



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA  
ELÉCTRICA**

**“Análisis del sistema eléctrico para disminuir el consumo de energía en el  
centro comercial Hipermercados Tottus – Open Plaza Chiclayo”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Mecánico Electricista**

**AUTOR:**

Sánchez Bustamante, José Arturo (ORCID 0000-0001-5651-2505)

**ASESOR:**

Dr. Salazar Mendoza, Aníbal Jesús (ORCID: 0000-0003-4412-8789)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Generación, Transmisión y Distribución

**CHICLAYO – PERÚ**

**2020**

## **Dedicatoria**

Dedico mi proyecto de Tesis a Dios, mis abuelos, mis padres, a mi esposa y mi hija.

A Dios que siempre guía cada paso que damos para cuidarnos y protegernos en cada instante, a mis abuelos y padres que nunca dejaron de dar todo su esfuerzo para salir adelante y educándome con buenos valores.

A mi esposa que me apoyó en esta etapa para poder salir adelante y obtener los estudios profesionales, así mismo a mi amada hija María Fernanda quien es el motivo a seguir creciendo profesionalmente y ser mejor padre y persona cada día.

## **Agradecimiento**

A la Universidad Cesar Vallejo, porque en sus aulas recibimos el conocimiento intelectual y humano de cada docente de la facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica.

Especial agradecimiento a mi asesor, el Ing. JAMES SKINNER CELADA PADILLA  
Por su visión crítica, conocimientos, experiencias y su motivación para lograr concluir con éxito este proyecto.

## Índice de Contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de Contenidos.....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de figuras .....	vi
Resumen.....	vii
Abstract .....	viii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	4
III. METODOLOGÍA.....	12
3.1 Tipo y diseño de Investigación. ....	12
3.2 Variables y Operacionalización.....	12
3.3 Población, Muestra, Muestreo, unidad de análisis.....	14
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos. ....	14
3.5 Procedimientos.....	15
3.6 Métodos de análisis de datos .....	16
3.7 Aspectos éticos .....	16
IV. RESULTADOS.....	17
V. DISCUSIÓN .....	55
VI. CONCLUSIONES .....	56
VII. RECOMENDACIONES.....	57
REFERENCIAS.....	58
ANEXOS .....	60

## Índice de tablas

Tabla 1 VARIABLES DE OPERACIONALIZACIÓN.....	13
Tabla 2. Técnicas de Recolección de datos - autoría propia .....	14
Tabla 3. Datos de Suministro - Tottus. ....	17
Tabla 4. Registro de Consumo del CCHT - ENSA.....	18
Tabla 5. Factor de Carga Mensual- ENSA.....	25
Tabla 6. Compresores de Media Temperatura - TOTTUS .....	26
Tabla 7. Compresores de Baja Temperatura.- Tottus .....	26
Tabla 8. Iluminación y Evaporadores - Tottus.....	26
Tabla 9. • Aire Acondicionado Sala De Ventas - Tottus.....	27
Tabla 10. Emergencia Climas - Tottus.....	27
Tabla 11. Fuerza de Sala de Ventas - Tottus .....	28
Tabla 12. Normal Climas - Tottus. ....	29
Tabla 13. Luminarias en General - Tottus.....	30
Tabla 14. Emergencia trastienda - Tottus .....	31
Tabla 15. Panadería - Tottus. ....	32
Tabla 16 Alumbrado Emergencia Oficinas. - Tottus.....	32
Tabla 17. Cuarto debombas de agua - Tottus .....	32
Tabla 18. Tablero Contra Incendio - Tottus .....	33
Tabla 19. Sistemas Cajas - Tottus.....	33
Tabla 20. Sistemas oficinas - Tottus.....	34
Tabla 21. UPS de Seguridad .....	34
Tabla 22. Tomacorrientes Ofiinas - Tottus.....	35
Tabla 23. Resumen de Cargas Eléctricas - Tottus.....	36
Tabla 24. Mayores consumidores de Carga Eléctrica.....	38
Tabla 25. Reemplazo de Luminarias LED - Autoría Propia.....	42
Tabla 26. Calculo de Carga Térmica .....	43
Tabla 27. 3.2.3. Simulación de Pliegos tarifarios. ....	46
Tabla 28. Costo en MT2 .....	47
Tabla 29. Factor de calificación .....	48
Tabla 30. Simulaión de MT3.....	49
Tabla 31. COMPARACIÓN DE MT2 Y MT3 .....	50
Tabla 32. Evaluaión deProyecto .....	51

## Índice de figuras

Imagen 1. Consumo de Energía Activa - Ensa .....	19
Imagen 2. Consumo de Energía Hora Punta - Ensa .....	19
Imagen 3. Consumo Horas Fuera de Punta - Ensa .....	20
Imagen 4. Consumo Demanda Máxima Horas Punta - Ensa .....	21
Imagen 5. Máxima Demanda en fuera de Horas Punta - Ensa .....	21
Imagen 6. consumo de energía reactiva KVAR-h - Ensa .....	22
Imagen 7. Facturación Eléctrica .....	23
Imagen 8. Factor de Carga Mensual. - Ensa .....	25
Imagen 9 Potencia Instalada - Guía de Observación .....	37
Imagen 10. Potencia Instalada con tecnología LED - Autoría Propia .....	42
Imagen 11. Potencia Instalada de aire Acondicionado - Autoría Propia .....	45
Imagen 12. Plan Tarifario MT2 - Ensa .....	46
Imagen 13. Plan Tarifario MT3 - Ensa .....	47
Imagen 14. Comparación de tarifas MT2 y MT3 .....	50
Imagen 15. Compresores de media y baja temperatura - TOTTUS .....	67
Imagen 16. Compresores de media y baja temperatura - TOTTUS .....	67
Imagen 17. Murares de conservación de Media Temperatura - Tottus .....	68
Imagen 18. Tablero de Frio Industrial. - Tottus .....	68
Imagen 19. Unidad de aire acondicionado TOTTUS .....	69
Imagen 20. Unidad de aire acondicionado - Daikin .....	69
Imagen 21. Ductos de Aire acondicionado de sala de ventas - Tottus .....	69
Imagen 22. Iluminación de trastienda, almacenes y oficinas - TOTTUS .....	70
Imagen 23. Iluminación en Lineal de Cajas - Tottus. ....	70
Imagen 24. Iluminación en pasillo central - Tottus. ....	70

## Resumen

En la presente investigación denominada “ANALISIS DEL SISTEMA ELECTRICO PARA DISMINUIR EL CONSUMO DE ENERGÍA EN EL CENTRO COMERCIAL HIPERMERCADOS TOTTUS – OPEN PLAZA CHICLAYO”, tiene como objeto de estudio determinar el ahorro de energía eléctrica, realizando una evaluación de los principales consumidores de energía eléctrica, por lo tanto, está enmarcado dentro de las políticas de ahorro energético implementado por el Ministerio de Energía y Minas.

En principio se hizo el análisis de los registros de consumo de energía eléctrica en horas punta y fuera de punta, así como también la máxima demanda en horas punta y fuera de punta, durante el periodo Junio 2018 y Mayo 2019, en el cual se determinó que el mayor consumo de energía eléctrica fue en el mes de Marzo del 2019 con 316333.72 KW-h, y la máxima demanda ocurrió en el mes de Febrero con 662.4 KW. Se hizo el inventario de todas las cargas obteniendo como potencia instalada el valor de 894.93 KW. El factor de carga mensual máximo fue de 0.669 en el mes de Marzo.

Luego se realizó las propuestas de modificación en tres cargas de mayor consumo, como son los motores de los compresores, el aire acondicionado en la tienda y el sistema de iluminación, el cual representan el 59,84% de la Potencia Instalada. Se determinó que los compresores están sobredimensionados, el sistema de aire acondicionado tiene mayor capacidad a la requerida y el cambio de sistema de iluminación con tecnología LED, todo ello tendrá un ahorro mensual de 118306.48 KW-H.

Finalmente, se hizo el análisis económico, y se calculó que el valor actual neto es de S/. 151249.6 Soles, una Tasa Interna de Retorno del 12,77%, para un periodo de 10 meses y una relación beneficio costo de 1.51, valores que hace factible la ejecución del proyecto en mención.

**Palabras claves:** Consumo de Energía Eléctrica, Iluminación con tecnología LED, Sobredimensionamiento.

## **Abstract**

In the present investigation called "ANALYSIS OF THE ELECTRICAL SYSTEM TO DISMUNE THE ENERGY CONSUMPTION IN THE HIPERMERCADOS TOTTUS - OPEN PLAZA CHICLAYO SHOPPING CENTER", has as object of study to determine the electric energy saving, making an evaluation of the main consumers of electric energy, therefore it is framed within the energy saving policies implemented by the Ministry of Energy and Mines.

In principle, the analysis of the electric energy consumption records during peak and off-peak hours was carried out, as well as the peak demand during peak and off-peak periods, during the period June 2018 and May 2019, in which it was determined that the highest electric power consumption was in the month of March 2019 with 316333.72 KW-h, and the maximum demand occurred in the month of February with 662.4 KW. The inventory of all the charges was obtained, obtaining as installed power the value of 894.93 KW. The maximum monthly load factor was 0.669 in the month of March.

Then proposals for modification were made in three loads with higher consumption, such as the compressor motors, the air conditioning in the store and the lighting system, which represent 59.84% of the Installed Power. It was determined that the compressors are oversized, the air conditioning system has greater capacity than required and the change of lighting system with LED technology, all this will have a monthly saving of 118306.48 KW-H.

Finally, the economic analysis was made, and it was calculated that the net present value is S /. 151249.6 Soles, an Internal Rate of Return of 12.77%, for a period of 10 months and a benefit-cost ratio of 1.51, values that make feasible the execution of the project in question.

**Keywords:** Electric Power Consumption, Lighting with LED technology, Oversizedness



## **I. INTRODUCCIÓN**

A lo largo de los últimos años la alta demanda de energía eléctrica ha ido incrementando debido a las necesidades del ser humano. Así mismo muchas empresas como centros comerciales no cuentan con un plan estratégico para economizar los gastos de energía eléctrica, y otras aprovechan la tecnología como mencionan otros investigadores de diferentes partes del mundo.

### **A nivel Internacional.**

Para Peralta, Gutiérrez y Chavaría (2016), la “La auditoría energética realizada en el Supermercado La Colonia, del municipio de Estelí, con enfoque en autogeneración en el 2016”, Señala que en sus 24 locales comerciales en Nicaragua y Honduras; el funcionamiento de dichos locales opera con elevados costos de energía, debido a la gran cantidad de iluminación, aire acondicionado y compresores utilizados para el almacenamiento de productos perecibles en cámaras frigoríficas y conservación en vitrinas de, es por el cual comienzan a plantear soluciones buscando implementar la eficiencia energética sin afectar la calidad del servicio que brindan a los clientes tanto en la iluminación, aire acondicionado y refrigeración de productos; así mismo utilizando y aprovechando energía solar con un proyecto nuevo de autogeneración de paneles solares (fotovoltaicos) en uno de sus centros comerciales (p,13).

### **A nivel Nacional.**

El aumento de la eficiencia energética eléctrica nos ayuda a reducir de manera rápida y eficiente los consumos de electricidad.

Por ello, en diversas ocasiones la mayor parte de la energía tiene a desperdiciarse aproximadamente en un 22% en todo lo que viene hacer en el sistema de distribución de energía eléctrica. (OSINERMIN, 2010).

## **A nivel Local.**

El centro comercial Hipermercados Tottus Open Chiclayo actualmente presenta costos elevados en las facturaciones de consumo eléctrico debido a la gran cantidad de iluminación, así como equipos de frío industrial y aire acondicionado. Los sistemas eléctricos no cuentan con un plan de ahorro de energía, ya que estos dispositivos ya tienen mucho tiempo de servicio desde que el centro comercial inició su operación.

Ya aviento obtenido y conocido los antecedentes de diferentes partes del mundo me enfoco en realizar una buena propuesta para el centro comercial Hipermercados Tottus Chiclayo – Open, teniendo en cuenta como objetivo general “Analizar el sistema Eléctrico para disminuir el consumo de energía en centro comercial Hipermercados Tottus - Open Plaza Chiclayo”, así mismo teniendo en cuenta mis objetivos específicos:

Para realizar un Diagnóstico en esta localidad de la situación actual del sistema eléctrico del centro comercial Hipermercados Tottus – Open Plaza, realizar propuestas de un ahorro de energía eléctrica en el centro comercial y a la vez realizar una evaluación económica del Proyecto

Para esta investigación tenemos las siguientes justificaciones:

### **Justificación Técnica.**

Con la propuesta de análisis del sistema eléctrico, mejorará los diferentes sistemas eléctricos del centro comercial Hipermercados Tottus Chiclayo – Open, a través de la implementación de modernos componentes eléctricos de bajo consumo de energía, con buena eficiencia tanto en la iluminación, aire acondicionado y frío industrial.

### **Justificación Económica.**

La razón de este análisis de energía, es reducir el índice de consumo de energía eléctrica, nos permitirá tener un mejor control donde la demanda de energía eléctrica que consumirá el centro comercial será menor y disminuirá el consumo eléctrico (kWh).

**Justificación Ambiental.**

En la actualidad la energía eléctrica es una fuente muy importante, pero a la vez influye en las emisiones CO<sub>2</sub>, que genera el efecto invernadero a nivel mundial, con este análisis lograremos utilizar equipos modernos que cumplan con los requisitos que no puedan contaminar el medio ambiente y el funcionamiento del centro comercial y el confort de los clientes.

**Justificación Social.**

Con este proyecto mejoraría la calidad del clima e iluminación dentro del centro comercial para que los clientes estén satisfecho de recibir una buena atención y comodidad, ya que se obtendrá un mejor control de los factores energéticos.

## **II. MARCO TEÓRICO**

### **Índices energéticos.**

Los índices energéticos es una herramienta importante para analizar ver entre la actividad económica y humana, el uso o consumo de energía eléctrica, así como también la contaminación que genera. En estos índices nos permite formular soluciones donde podamos obtener ahorro de energía. Así como obtener información a un historial de consumo de energía, los índices energéticos también pueden utilizarse para realizar proyecciones futuras (OCDE/AIE, 2015, P17)

### **Tipos de análisis en los índices energéticos del sector industrial.**

#### **Diagnostico energético**

Un diagnóstico energético es más completo que una auditoría energética. se diferencia en la profundidad del análisis energético, así como en el detalle de las medidas para el ahorro y estudio de inversiones aportado” (Agencia Andalucía de la Energía, 2011, p.24).

#### **Pre diagnostico energético**

En el pre diagnóstico también se enfoca en la disminución del consumo de energía realizando la corrección de la eficiencia energética (Agencia Andalucía de la Energía, 2011, p.24).

El objetivo de este análisis es encontrar y enfocarse a las posibles Ineficiencias energéticas, encontrando los puntos de mayor consumo de energía. Se realiza mediante las facturaciones de consumo de energía (Agencia Andalucía de la Energía, 2011, p.24)

### **¿Porque es necesario realizar análisis de eficiencia de energía?**

Es importante ya que nos brindará información necesaria acerca de las condiciones en que la empresa se encuentra de acuerdo a su consumo de energía eléctrica y poder mejorarla realizando un análisis

## **¿Cómo realizar un uso eficiente de la energía?**

El buen uso de la energía eléctrica nos causa un gran beneficio económico a todos como usuario ya sea en la industria, comercio o residencial.

Obtenemos eficiencia energética reemplazando los componentes obsoletos, utilizando tecnología de bajo consumo eléctrico, hermetizando los sistemas de aire acondicionado, redes de vapor y motores de alta eficiencia.

(Ministerio de Energía y Minas, 2007, p.9)

### **Eficiencia Energética.**

“Tiene como objetivo disminuir del consumo de energía, sin disminuir los servicios energéticos, sin reducir el confort y calidad de vida, teniendo en cuenta al medio ambiente” (Ministerio de Energía y Minas, 2007, p.9).

“También entendemos por eficiencia energética a la disminución de las potencias y energías demandadas al sistema eléctrico sin que perjudique a las actividades normales” (Serra, 2009, p.17).

### **Diagnóstico energético herramienta de la eficiencia energética**

“Un Diagnóstico Energético nos permite evaluar el uso de la energía térmica y eléctrica usada en una empresa para el desarrollo de su proceso donde vemos los puntos de mayor consumo de donde se podrá realizar una evaluación” (Ministerio de Energía y Minas, 2016, p.17).

### **Etapas de elaboración del diagnóstico energético**

#### **Etapas 1- Recopilación de información preliminar**

“El técnico o ingeniero especialista se encarga de recopilar información general del proceso productivo para la elaboración del estudio del diagnóstico energético. Así mismo inspeccionará los principales equipos y fuentes de energía utilizadas, entrevistas directamente con el responsable del centro comercial ya sea gerente o jefe de mantenimiento” (Ministerio de Energía y Minas, 2016, p.18).

## **Etapas 2 - Revisión de la facturación de energéticos**

“La información principal será obtenida por la empresa que emite las facturaciones de consumo de energía al centro comercial por lo menos de un año, así como obteniendo las características del suministro, plan tarifario y otros parámetros eléctricos de importancia para la investigación” (Ministerio de Energía y Minas, 2016, p.19).

El propósito es saber la finalidad del perfil de consumo energéticos total de la empresa, así como su máxima demanda en potencia (kw) y su máxima demanda en energía (Kwh). (Ministerio de Energía y Minas, 2016, p.19)

## **Etapas 3 - Recorrido de las instalaciones**

“El técnico o Ingeniero a cargo del proyecto del diagnóstico energético, realiza una visita técnica a toda la instalación de la empresa buscando los aspectos claves que pueden convertirse en importantes oportunidades de ahorro energético” (Ministerio de Energía y Minas, 2016, p.19).

En la visita técnica se obtendrán lo siguiente:

- ☐ El historial con las características técnicas de todos los equipos.
- ☐ Ubicación real y exacta de los equipos activos fijos de la empresa.

## **Etapas 4 - Campaña de mediciones**

“Después de localizar los activos consumidores de energía, continuamos con las mediciones para poder saber si hay pérdida de energía o el consumo es adecuado ya sea en alumbrado, motores u otros consumidores de energía eléctrica” (Ministerio de Energía y Minas, 2016, p.20).

## **Etapas 5 - Evaluación de registros**

“En la recolección de datos obtenido de las mediciones se facilita la información que se analizará, verificará con el fin de comprobar los datos existentes y descartar los datos no reales” (Ministerio de Energía y Minas, 2016, p.22).

Con los datos obtenidos se realiza balances de energía. El propósito es ser a detalle el uso adecuado de la energía en cada área, equipos, otro modo para evaluar, es realizando los índices energéticos, de tal forma de poder mapear lo actual con el futuro (Ministerio de Energía y Minas, 2016, p.22).

La información que proporcionan es la siguiente:

- ☐ Su consumo de energía real y eficiencia de los equipos consumidores de energía eléctrica.
- ☐ El índice de eficiencia energética de todos los activos fijos consumidores de energía.
- ☐ Identificación del mal uso de la energía.
- ☐ La calidad de energía sin afectar el del personal.

#### **Etapas 6 - Identificación de oportunidades de mejoras en eficiencia energética**

“En este caso se identifica las posibilidades de mejorar el potencial de ahorro de energía, los equipos obsoletos, recomendaciones y otras opciones para el mejoramiento” (Ministerio de Energía y Minas, 2016, p.22).

#### **Etapas 7 - Evaluación técnica económica financiera**

“Se analizan todos aspectos técnicos, económicos, su viabilidad y costos de implementación, y se considera el reingreso de la inversión”. (Ministerio de Energía y Minas, 2016, p.23).

## **Etapas 8 - Informe de análisis energético.**

“El resultado o informe al finalizar la auditoría energética debe redactar las oportunidades de mejora para el ahorro junto a la línea base y las propuestas mejoradas” (Ministerio de Energía y Minas, 2016, p.29).

El informe debe redactar lo siguiente:

- Disponibilidad actual de cada equipo y su consumo de energía.
- Evaluación de los subsistemas energéticos:
- Equipos de generación, iluminación y otros consumidores.
- Tomas de mediciones eléctricas de los equipos.
- Detectar las posibles oportunidades de mejora.
- Evaluación económica de las posibles mejoras.
- Un programa para la implementación de mejoras.
- Conclusión y recomendaciones para la mejora.

## **Etapas 9 - Propuesta de implementación de mejoras**

### **El consumo y ahorro energético en la industria.**

En el consumo de energía de cualquier elemento eléctrico se calcula de la siguiente forma:

Donde:

C es el consumo de energía, D viene a ser la demanda de energía y  $\eta$  el rendimiento de la energía.

“En las instalaciones eléctricas la demanda eléctrica depende del tipo de proceso, de la tecnología que se emplee, de la capacidad existente en proceso, así mismo también de las condiciones ambientales en las que se encuentre” (Agencia Andalucía de la Energía, 2011, p.15).



## **Consumo total de energía**

“El consumo total se obtiene de la suma total (Máxima demanda) de los elementos consumidores utilizadas”. (Edinn, sf, p.8).

## **Gestión energética**

“La gestión energética se obtiene organizando y estructurando de modo que se pueda alcanzar la máxima eficiencia en el consumidor” (Jaramillo, 2006, p.51).

Así mismo conseguir el buen uso de la energía y disminuir su consumo sin perjudicar la producción y localidad del servicio.

Como objetivo se tendría que:

Lograr el máximo ahorro posible con inversiones rentables y demostrar las mejoras que se pueden realizar para que se paguen con el ahorro que generen.

Objetivos:

“Lograr los ahorros posibles con inversiones rentables, demostrar que se pueden realizar importantes mejoras, que se paguen con el ahorro que ellas generen”. (Jaramillo, 2006, p.51)

## **Ley de ohm**

“Fue descubierto por el Físico Georg ohm. Quien determino algo muy importante como viene hacer el comportamiento eléctrico de diferentes circuitos, la circulación de carga electricas, resistores y tensión” (Peroline, 2009, p. 25).

La fórmula que determino fue la siguiente:  $I = V / R$

## **Parámetros eléctricos**

### **Energía eléctrica**

“La energía eléctrica se genera mediante la presencia del movimiento de electrones, en el cual se genera por una tensión eléctrica” (Osinermin, 2011, p.21).

Esta se define como el producto del voltaje (  $V$  ), la intensidad de la corriente eléctrica (  $I$  ) y el tiempo transcurrido (  $T$  )

$$E = V \times I \times t$$

### **Corriente eléctrica**

“Es el flujo de carga que circula por un conductor eléctrico en un determinado tiempo. Los conductores eléctricos podrían ser de cobre, plata, aluminio, entre otros” (Bayod, 2008, p.13).

“Es la cantidad de electrones que pasan por un conductor con cierta intensidad o fuerza electromotriz en un determinado tiempo”. (Osinermin, 2011, p.26).

### **Potencia eléctrica**

“Es la variación con respecto al tiempo de entrega de la energía, su unidad de medida en watts (w). La potencia (p)”. (Alexander y Sadiku, 2006, p.35).

La fórmula es la siguiente:

$$P = V \times I \quad P = E / t$$

### **Máxima demanda**

“Máxima demanda: La demanda eléctrica varía a lo largo del tiempo ya que el consumo de energía puede variar de acuerdo al horario de cada día” (Osinermin, 2011, p.23).

### **Factor de carga**

“Es aquella que nos permite medir la eficiencia en la utilización de la capacidad de producción o potencia o se define como el ratio entre la carga o demanda promedio y la carga o demanda máxima durante el periodo analizado” (Osinermin, 2011, p.24).

Factor de potencia:

Se define como  $fp = P/S = \cos \phi$

### **Distribución eléctrica**

“Esta tiene como objetivo transportar el suministro de energía eléctrica desde el sistema de distribución principal hacia cada uno de los usuarios que obtienen el servicio de energía eléctrica.” (Osinergmin, 2011, p.55)

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1 Tipo y diseño de Investigación.**

Este diseño será no experimental.

#### **3.2 Variables y Operacionalización.**

##### **Variable Independiente.**

Análisis del Sistema Eléctrico

##### **Variable Dependiente.**

Consumo de Energía en el Centro Comercial Hipermercados Tottus –

Open Plaza Chiclayo

Tabla 1 VARIABLES DE OPERACIONALIZACIÓN

Operacionalización

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicadores	Escala de Medición	Instrumento
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE:</b> Análisis del Sistema Eléctrico	Es el estudio detallado de los consumos de energía eléctrica y de la máxima demanda, estableciéndose el dimensionamiento y el uso eficiente de la energía por parte de los equipos eléctricos dentro de una instalación.	La medición de esta variable se realiza con la comparación entre lo que se consume y lo que se factura, a fin de determinar las pérdidas en el sistema.	Tensión suministrada	Razón	Ficha de recolección de datos
			Potencia Eléctrica		
			Intensidad Eléctrica		
			Factor de Potencia		
<b>VARIABLE DEPENDIENTE:</b> Consumo de Energía en el Centro Comercial Hipermercados Tottus – Open Plaza Chiclayo	Combinación de características a través de las cuales el producto y el servicio del suministro eléctrico corresponden a las expectativas del cliente, y puede definirse como una ausencia de paralizaciones sobre tensiones e imperfecciones emanadas por armónicas en la red y variaciones de voltaje RMS provisto al usuario, esto es referido a la fijeza del voltaje, la frecuencia y la continuidad del servicio eléctrico (MEM, 2010, p.10)	Se obtendrá mediante el análisis en función a los parámetros de calidad de producto definidos por la Norma Técnica de Calidad de los servicios eléctricos.	Potencia Eléctrica. Tensión Eléctrica. Facturación de consumo.	Razón	Ficha de recolección de datos

### 3.3 Población, Muestra, Muestreo, unidad de análisis.

#### **Población.**

La población está constituida por todos los consumidores de energía eléctrica en el centro comercial Hipermercados Tottus Chiclayo Open Plaza

#### **Muestra.**

La muestra coincide con la población.

#### **Muestreo.**

El muestreo se tomará del recibo mensual del consumo Eléctrico del centro comercial

### 3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

<b>TÉCNICAS</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>INSTRUMENTOS</b>
Observación	<ul style="list-style-type: none"><li>- Inventarios de equipo.</li><li>- Estado de los equipos.</li><li>- Carga de energía de los equipos.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>a) Ficha de Inventario.</li><li>b) Ficha de estado de equipos</li><li>c) Ficha de recojo de consumo de energía</li></ul>
Entrevista	<ul style="list-style-type: none"><li>- Uso de energía.</li></ul>	Ficha de Entrevista

*Tabla 2. Técnicas de Recolección de datos - autoría propia*

## **Técnicas de recolección de datos.**

### **Observación**

Se revisarán minuciosamente el sistema eléctrico y se realizará un inventario las cargas instaladas en diferentes puntos pertenecientes al centro comercial Hipermercados Tottus – Open Plaza Chiclayo, donde nos permitirá encontrar fallas y posibles equipos en mal estado que será fuente principal para la investigación.

**Entrevista.** Se desarrollará entrevistas al área de operaciones, jefaturas del área de producción y operarios para saber si hacen uso racional de la energía.

### **Instrumentos de recolección de datos.**

- A) Ficha de Inventario:** Mediante la elaboración de una ficha de inventario se podrán obtener la cantidad de activos instalados en el centro comercial.
- B) Ficha de estados de equipos:** Se utilizará para recopilar información sobre el estado en que se encuentran trabajando los equipos.
- C) Ficha de recojo de consumo de energía.** Se utilizará para obtener estadísticamente el consumo de energía de cada equipo en toda la instalación del local.
- D) Ficha de Entrevista.** Se brindará una entrevista con la finalidad de conocer si el personal hace uso adecuado de la energía.

## **3.5 Procedimientos.**

Este proyecto de investigación está orientada a la interpretación correcta y al cuidado exhaustivo del proceso metodológico de los resultados que obtendremos en el estudio del tema en este caso será la elaboración de un análisis del sistema eléctrico para disminuir el consumo de energía en el centro comercial Hipermercados Tottus – Open Plaza Chiclayo.

### **3.6 Métodos de análisis de datos**

En el presente estudio se emplean métodos de análisis estadísticos para el análisis de datos. Se describen los datos mediante tablas de frecuencias, gráficos estadísticos (barras, histogramas, circulares), así también se emplean las medidas de tendencia central; tales como la moda, media y mediana, teniendo en cuenta los objetivos planteados y los resultados obtenidos. Los datos que se obtengan durante la investigación serán procesados y tabulados mediante hojas de cálculo Excel.

### **3.7 Aspectos éticos**

En el presente estudio se tomará en cuenta las consideraciones éticas pertinentes, tal como confidencialidad de la información, por lo tanto, la información obtenida no será revelada ni divulgada para cualquier otro fin.



#### **IV. RESULTADOS.**

**Realizar un diagnóstico de la situación actual de sistema eléctrico del Centro Comercial Hipermercados Tottus –Open Plaza.**

##### **Registro de Consumo de Energía Eléctrica.**

Datos del Suministro

Cliente	TOTTUS
Punto de Suministro	SED E-202263
Barra de Referencia de Generación	Chiclayo Oeste 10 kV
N° Suministro	25888362
Identificador	ENSA
Tarifa	MT3
Zona concesión	ENSA

*Tabla 3. Datos de Suministro - Tottus.*

En el Centro Comercial, se tiene el registro de los consumos de energía y potencia, tal como se muestra en la tabla 1.

Tabla 4. Registro de consumo del Centro Comercial Hipermercados Tottus junio 2018 – mayo 2019

Descripción	Unidad de Medida	jun-18	jul-18	ago-18	sep-18	oct-18	nov-18	dic-18	ene-19	feb-19	mar-19	abr-19	may-19
Energía HP	kWh	52343.3	62145.44	56798.43	50434.3	45454.4	46645.53	51507.08	55891.88	59727.68	61847.26	52292.37	56539.80
Energía HFP	kWh	189989.34	222989.34	221676.3	199998.43	199434.56	195886.06	246861.08	242476.28	234592.12	254486.46	230481.98	235691.51
Energía Total (Kw-h)	kWh	242332.64	285134.78	278474.73	250432.73	244888.96	242531.59	298368.16	298368.16	294319.80	316333.72	282774.35	292231.31
Demanda Máxima HP	kW	543.4	545.5	546.7	541.2	549.7	544.58	578.29	582.22	631.96	567.16	542.95	542.95
Demanda Máxima HFP	kW	508.4	599.4	587.5	587.3	593.2	599.89	631.96	631.96	662.40	608.07	586.80	586.80
Energía Reactiva Inductiva	kVAR-i	33456.7	31234.5	34543.4	32323.3	30543.3	34306.85	48637.80	48637.80	49429.39	52222.50	44632.06	46096.94

Tabla 4. Registro de Consumo del CCHT - ENSA

Fuente: ENSA, 2019

Figura 1. Evolución del consumo de energía activa total.

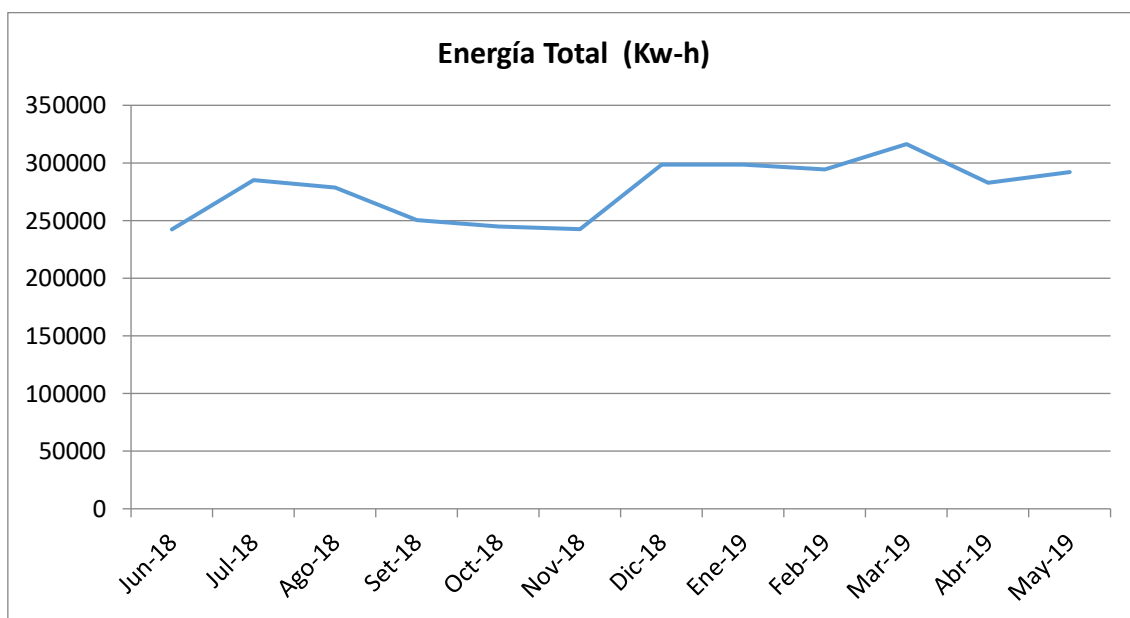


Imagen 1. Consumo de Energía Activa - Ensa

Fuente: ENSA, 2019

Entre el periodo Junio 2018 – Mayo 2019, se observa que el mayor consumo de energía eléctrica activa, ha ocurrido en el mes de Diciembre y en el mes de Julio, meses en los cuales ocurre la mayor influencia de clientes, debido a que en dichos meses muchos de los clientes tienen mayor poder adquisitivo debido al pago de gratificaciones por Fiestas Navideñas y Fiestas Patrias.

Figura 2. Evolución del consumo de energía activa en Horas Punta.

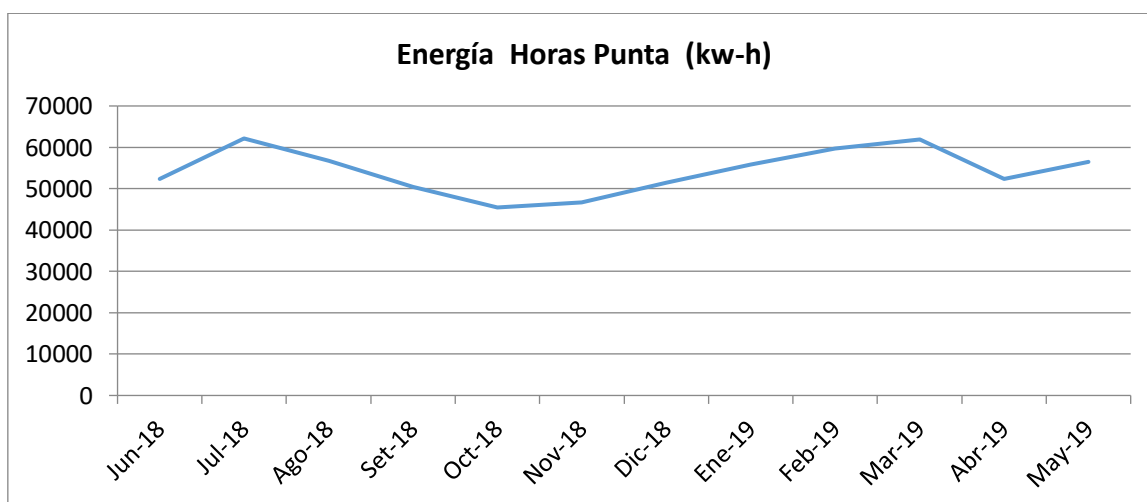
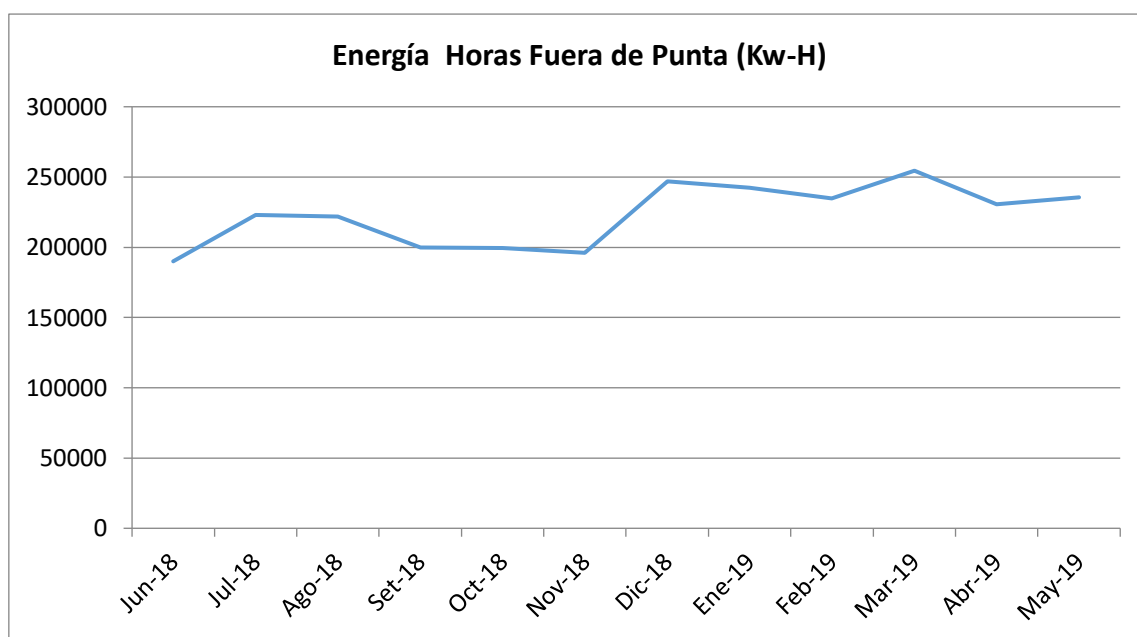


Imagen 2. Consumo de Energía Hora Punta - Ensa

Fuente: ENSA, 2019

En cuanto al consumo de energía eléctrica en horas punta, ocurre entre los meses de diciembre y Mayo, es decir entre las 18.00 y 22.00 horas, con valores que superan los 61849 KW-h (61.8 MW-h), en el mes de Diciembre, es decir los clientes tienen mayor frecuencia en dichas horas, siendo uno de los motivos por la estación de verano, en donde la temperatura en horas de la noche oscila entre los 25 y 28°C. Dicho valor se incrementa por el incremento de las horas del sistema de iluminación y los sistemas de refrigeración y aire acondicionado en las tiendas del centro comercial.

Figura 3. Evolución del consumo de energía activa en fuera de Hora Punta.



*Imagen 3. Consumo Horas Fuera de Punta - Ensa*

Fuente: ENSA, 2019

El consumo de energía eléctrica en horas fuera punta, ocurre entre los meses de diciembre y Marzo, con valores que superan los 250000 KW-h (250 MW-h), en el mes de Marzo, es decir los clientes tienen mayor frecuencia en dichas horas, siendo uno de los motivos por la estación de verano, en donde la temperatura en horas del día oscila entre los 22 y 34°C. Dicho valor se incrementa por el incremento de las horas del sistema de iluminación y los sistemas de refrigeración y aire acondicionado en las tiendas del centro comercial.

Figura 4. Evolución de la máxima demanda en Horas Punta.

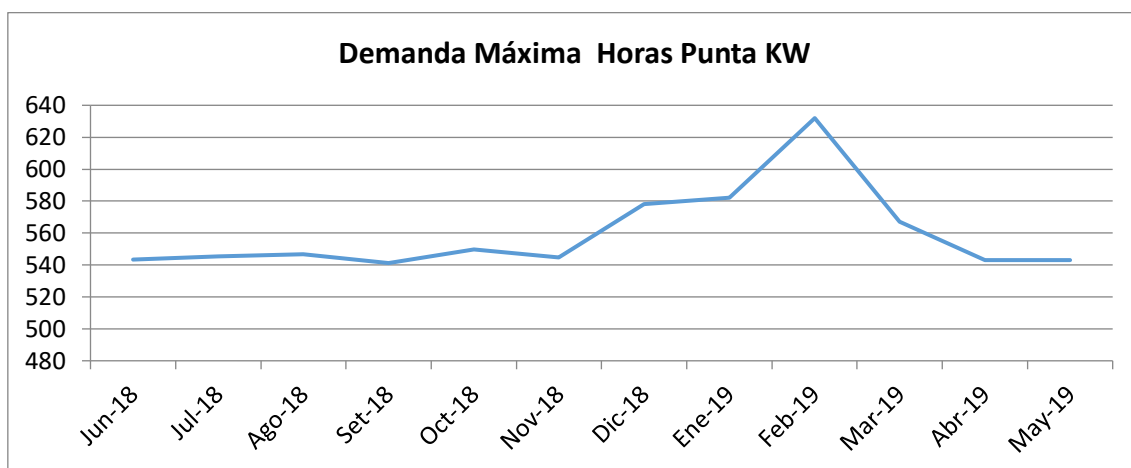


Imagen 4. Consumo Demanda Máxima Horas Punta - Ensa

Fuente: ENSA, 2019

En el mes de Febrero del presente año se observa que la máxima demanda en horas punta fue de 631.96 KW, y ocurrió a las 19.30 horas, hora en el cual la afluencia de clientes es mayor, y por lo tanto en ese momento se requiere mayor atención, utilizando los equipos necesarios; en los meses entre Mayo y Noviembre la máxima demanda en horas punta oscila entre 540 y 550 KW.

Figura 5. Evolución de la máxima demanda en fuera de Horas Punta.

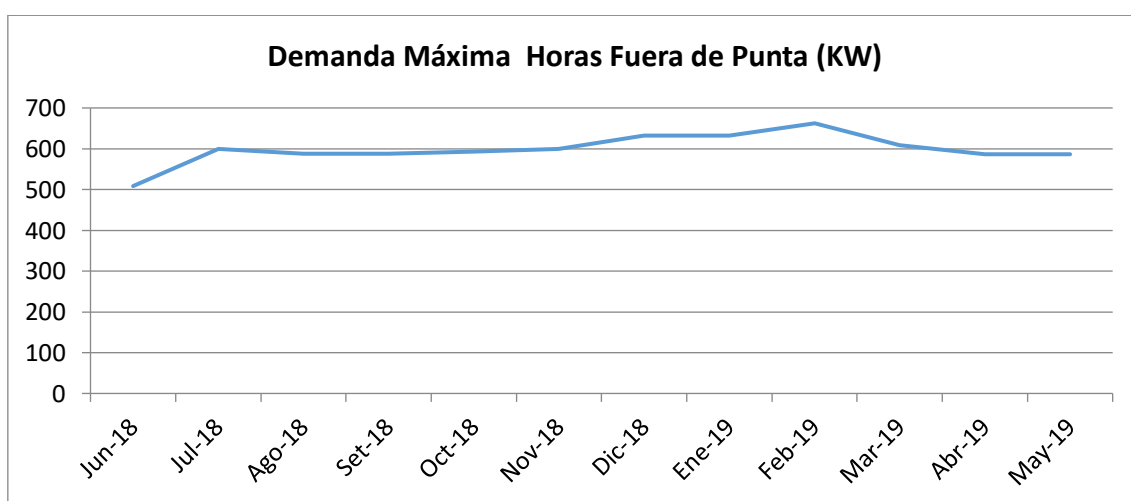
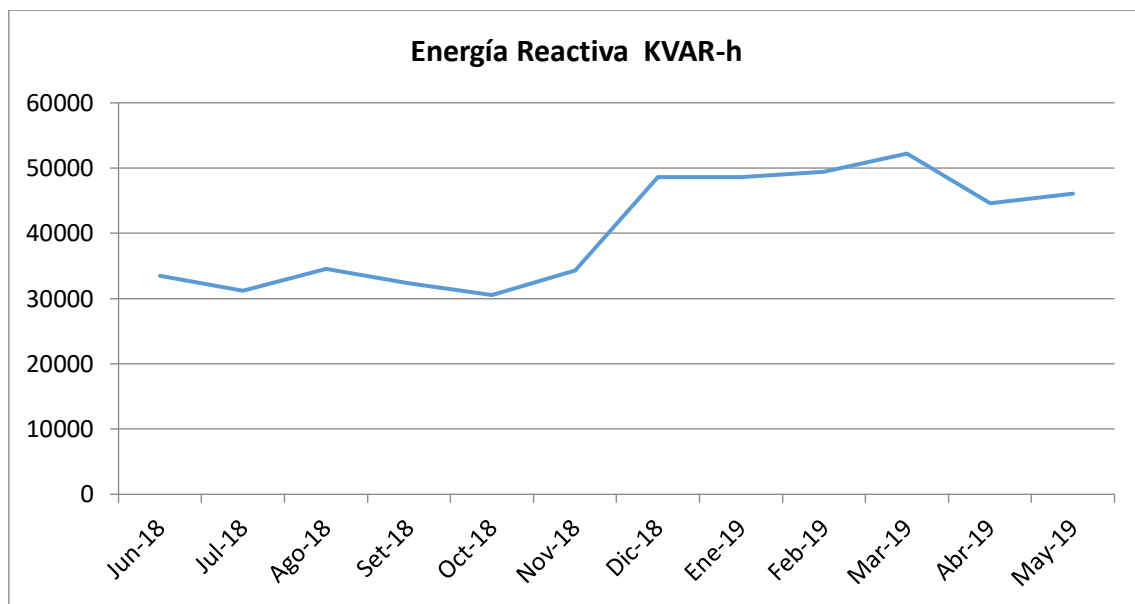


Imagen 5. Máxima Demanda en fuera de Horas Punta - Ensa

Fuente: ENSA, 2019

En el mes de Febrero del presente año se observa que la máxima demanda en horas fuera de punta fue de 662.40 KW, y ocurrió a las 16.50 horas, hora en la cual la afluencia de clientes es mayor, y por lo tanto en ese momento se requiere mayor atención, utilizando los equipos necesarios; en los demás meses del año se observa que el valor de la máxima demanda se mantiene constante.

Figura 6. Evolución del consumo de energía reactiva KVAR-h



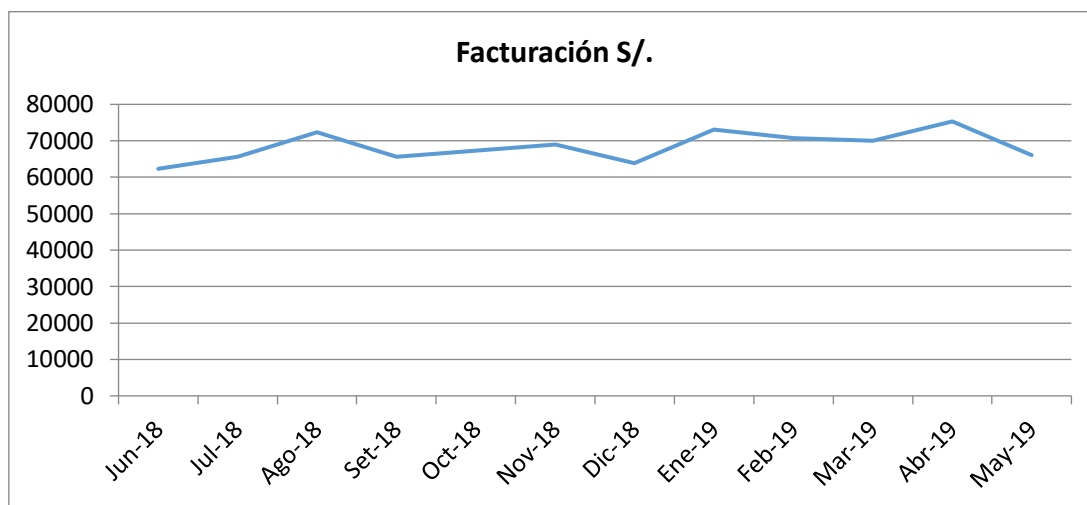
*Imagen 6. consumo de energía reactiva KVAR-h - Ensa*

Fuente: ENSA, 2019

En la figura 7, se observa el consumo de energía reactiva entre los meses de Junio 2018 y Mayo 2019, y a pesar del incremento en el mes de marzo del 2019 con un valor de 52222.50 KVAR-h, no supera el 30% de energía activa total, por lo cual la empresa no factura por concepto de exceso de energía reactiva.

## Facturación por Energía Eléctrica.

Figura 7. Evolución de la Facturación Eléctrica.



*Imagen 7. Facturación Eléctrica*

Fuente: ENSA, 2018.

La facturación del recibo de energía eléctrica en el Centro Comercial, oscila entre los 65000 y 75000 Soles al mes, el cual constituye un costo de operación significativo para el centro comercial.

### **Factor de Carga en el Centro Comercial.**

Con la información de los consumos de energía eléctrica y máxima demanda, se determina el factor de carga en cada uno de los meses, a fin de determinar la eficiencia del consumo de energía durante el mes; se determina mediante la expresión:

$$Fc = \frac{Ec}{MD * t}$$

Donde:

Fc: Factor de Carga.

Ec: Energía Consumida (Kilowatt – Hora).

MD: Máxima Demanda (Kilowatt).

t: Tiempo de funcionamiento (Horas), (24 horas en 30 días = 720)



Reemplazando valores, en la tabla 2, se muestra los valores de la evolución del factor de carga en cada mes, en el periodo Junio 2018 – Mayo 2019.

Tabla 5. Factor de Carga Mensual.

Descripción	jun-18	jul-18	ago-18	sep-18	oct-18	nov-18	dic-18	ene-19	feb-19	mar-19	abr-19	may-19
Energía Total (Kw-h)	242332.64	285134.78	278474.73	250432.73	244888.96	242531.59	298368.16	298368.16	294319.8	316333.72	282774.35	292231.31
Demanda Máxima KW	508.4	599.4	587.5	587.3	593.2	599.89	631.96	631.96	662.4	608.07	586.8	586.8
Horas al mes	720	744	744	720	744	720	744	744	672	744	720	744
Factor de Carga	0.662	0.639	0.637	0.592	0.555	0.562	0.635	0.635	0.661	0.699	0.669	0.669

Tabla 5. Factor de Carga Mensual- ENSA

Fuente: ENSA, 2019

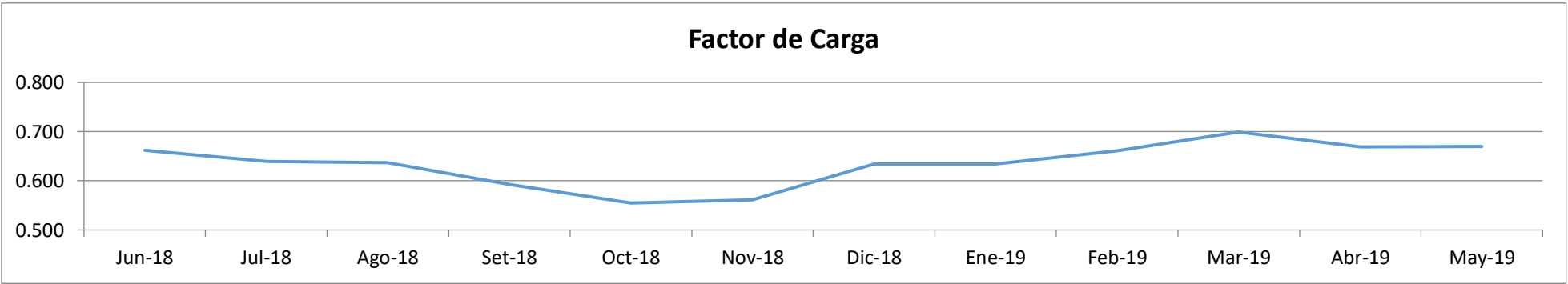


Imagen 8. Factor de Carga Mensual. - Ensa

Fuente: ENSA, 2019

En la figura 9, se muestra la evolución del factor de carga mensual, con un valor mínimo de 0.555 en el mes de Octubre del 2018, y un valor máximo en el mes de Marzo del 2019 de 0.699.

### Cargas Eléctrica en el Centro Comercial.

**Tabla 3. Inventario de Cargas Eléctricas.**

#### Inventario de cargas Frio Industrial

- **Compresores de Media Temperatura.**

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	MARCA	MODELO	Cant	C.U (W)	P.I. (W)
1	Compresor Media Temperatura	COPELAND DISCUS	3DB3R17MO - ES8 - 200	3	11000	33000
2	Compresor Media Temperatura	BITZER	4NES - 12 Y	2	11000	22000
<b>Subtotal</b>						<b>55000</b>

*Tabla 6. Compresores de Media Temperatura - TOTTUS*

- **Compresores de Baja Temperatura**

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	MARCA	MODELO	Cant	C.U (W)	P.I. (W)
1	Compresor Baja Temperatura	BITZER	4NES - 12 Y	3	11000	33000
<b>Subtotal</b>						<b>33000</b>

*Tabla 7. Compresores de Baja Temperatura.- Tottus*

- **Iluminación, control y evaporadores**

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	Cant	C.U (W)	P.I. (W)
E3.1	Tablero iluminación, control y evaporadores	1	25000	25000
<b>Subtotal</b>				<b>25000</b>

*Tabla 8. Iluminación y Evaporadores - Tottus*

## Inventario de Climas

- Aire Acondicionado Sala De Ventas**

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	MARCA	MODELO	Cant	C.U (W)	P.I. (W)
1	ROOFTOOPS	DAIKIN	MPS00FY4PV 1CYRY -A	5	63529.5	317648
2	ROOFTOOPS	TRANE	TCD600A4OU 1A2KE10	1	51705.9	51706
Subtotal						369353

Tabla 9. • Aire Acondicionado Sala De Ventas - Tottus

- Emergencia Climas.**

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	Cant	C.U (W)	P.I. (W)
1	UPS 2 - split UES-05	1	2217	2217
2	CCTV - split UES-06	1	3253	3253
3	Oficinas administ. - split UES-07	6	2217	13302
4	Gerente tienda - split UES-08	1	2217	2217
5	Cto tableros principal - split UES-11	1	2217	2217
6	Gabinete B - split UES-13	1	2217	2217
7	Cto Bombas - extractor EC-08	1	1492	1492
8	Campana de panadería - extractor EC-09	1	1492	1492
9	Campana de pollería - extractor EC-10	1	2238	2238
10	Cto bombas - inyector cent. IC-05	1	241	241
11	Cortina de aire - CA 03 - 04	2	230	460
12	Cortina de aire - CA 05 al 06	2	1150	2300
13	Cortina de aire - CA 07 al 08	2	1150	2300
<b>Subtotal</b>				<b>24861</b>

Tabla 10. Emergencia Climas - Tottus.

- **Fuerza Sala de Ventas**

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	Cant	C.U (W)	P.I. (W)
1	Salida de alumbrado estacionamiento Contempo 250W	4	250	1000
2	Salida de alumbrado fachada Contempo 400W	6	400	2400
3	Salida de alumbrado fachada Contempo 400W	2	400	800
4	Salida de alumbrado SSHH Caballeros - Discapacitados	1	726	726
5	Salida de alumbrado SSHH Damas	1	608	608
6	Salida de alumbrado Cto de tableros, sistemas, pre arqueo	1	862	862
7	Salida de alumbrado emergencia Sala Ventas y señaléticas	39	9	351
8	Sala de Ventas - ventilador techo BAF-01	2	746	1492
9	Sala de Ventas - ventilador techo BAF-02	2	746	1492
10	Pre-arqueo - split UES-01	2	2217	4434
11	Arqueo - split UES-02	2	2217	4434
12	Gabinete A - split UES-03	2	2217	4434
13	Sistemas - split UES-04	2	2217	4434
14	UPS 1 Tableros Sala de Ventas - split UES-12	2	2217	4434
15	SSHH Públicos - extractor EC-01 / 02	2	370	740
16	Pre arqueo, arqueo - inyector cent. IC-01	2	241	482
17	Cortina de aire - CA 01 al 02	2	700	1400
Subtotal TE-1				34523

*Tabla 11. Fuerza de Sala de Ventas - Tottus*

- **Normal Climas**

<b>ÍTEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>Cant</b>	<b>C.U (W)</b>	<b>P.I. (W)</b>
1	Sala de Ventas - split ducto UE-01/UC-01	1	6450	6450
2	Sala de Ventas - split ducto UE-02/UC-02	1	6450	6450
3	RRHH - split UES-09	1	2217	2217
4	Comedor - split UES-10	1	14450	14450
5	Lab Panaderia - extractor EC-03	1	464	464
6	Almacen de consumibles. - extractor EC-04	1	122	122
7	Cto basura - extractor EC-05	1	122	122
8	SSHH Caballeros - extractor EC-06	1	464	464
9	Transformadores - extractor EC-07	1	464	464
10	Comedor - inyector cent. IC-02	1	335	335
11	Mantenimiento - inyector cent. IC-03	1	241	241
12	Cto basura - inyector cent. IC-04	1	65	65
<b>Subtotal</b>				<b>31844</b>

*Tabla 12. Normal Climas - Tottus.*

## **Inventario de Servicios Generales**

### **Luminarias Sala De Ventas - Trastienda - Oficinas**

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	MARCA	MODELO	Cant	C.U (W)	P.I. (W)
1	Luminaria Lineal en Lineal de cajas 2x95	DISANO	EN 62471	13	190	2470
2	Luminaria Lineal en pasillo de abarrotes 2x95	DISANO	EN 62471	35	190	6650
3	Luminaria Lineal en PGC y Textil 2x95	DISANO	EN 62471	167	190	31730
4	Luminaria Lineal en PGC no comestible 2x95	DISANO	EN 62471	20	190	3800
5	Luminaria Lineal en pasillos de licores, bebidas y Lácteos 2x95	DISANO	EN 62471	35	190	6650
6	Luminaria Lineal en pasillo de perecibles 2x95	DISANO	EN 62471	188	190	35720
7	Luminaria Lineal en pasillos de frutas y verduras 2x95	DISANO	EN 62471	25	190	4750
8	Luminaria Lineal en pasillos de Electro y Nonfood 2x95	DISANO	EN 62471	174	190	33060
9	Luminaria SUSPENSIÓN en lineal de cajas	FOSNAVA	L80B20	56	54	3024
10	Luminaria SUSOENSION en pasillos de Licores	FOSNAVA	L80B20	18	54	972
11	Luminaria de SUSPENSION en al plato	FOSNAVA	L80B20	21	54	1134
12	Luminaria de SUSPENSION en Frutas y Verduras	FOSNAVA	L80B20	60	54	3240
13	Luminarias de sistemas, mantenimiento y bóvedas 4x18	PHILIPS	OFFISMART	44	72	3168
14	Luminarias en Lineal de perecibles 4x18	PHILIPS	OFFISMART	48	72	3456
15	Luminarias en Cámaras y Laboratorios 2x28	PHILIPS	INDIKO-P PC	168	56	9408
16	Luminarias en Almacenes trastienda 2x28	PHILIPS	INDIKO-P PC	48	56	2688
17	Luminarias en CMR y Atención al Cliente 4x18	PHILIPS	OFFISMART	16	72	1152
18	luminarias en Oficinas administrativas 2° Piso 4x18	PHILIPS	OFFISMART	140	72	10080
19	Luminarias en cuarto de tableros 2x28	PHILIPS	INDIKO-P PC	25	56	1400
20	Reflectores	CONTEMPOL	HPI-T400N	4	400	1600
<b>Subtotal TE-1</b>						<b>166152</b>

*Tabla 13. Luminarias en General - Tottus.*

- **Emergencia Trastienda**

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	Cant	C.U (W)	P.I. (W)
1	Cortina enrollable ingreso tienda	2	1000	2000
2	Check stand	3	250	750
3	Tomas Cajas registradoras	4	250	1000
4	Tomas Cajas registradoras	4	250	1000
5	Tomas Cajas registradoras	4	250	1000
6	Tomas Cajas registradoras	4	250	1000
7	Tomas Cajas registradoras	4	250	1000
8	Tomas Cajas registradoras	4	250	1000
<b>Subtotal</b>				<b>8750</b>

*Tabla 14. Emergencia trastienda - Tottus*

- **Panadería**

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	Cant	C.U (W)	P.I. (W)
1	Salida de alumbrado panaderia	1	726	726
2	Salida de alumbrado lineal frescos	1	608	608
3	Salida de alumbrado acentuacion lineal frescos	1	862	862
4	Salida de alumbrado cámaras	1	862	862
5	Salida de emergencia area de panadería	14	9	126
6	Insectocutor	10	500	5000
7	Salida para Horno rotatorio	2	500	1000
8	Salida para Cámara de fermentación	2	5200	10400
9	Toma para Rayador de pan	1	550	550
10	Toma industrial	5	1000	5000
11	Ablandador de agua	1	500	500
12	Autocontenidos pozo promocional	2	500	1000
13	Autocontenidos pozo promocional	2	500	1000
14	Autocontenidos congelado	8	500	4000
15	Salad bar	2	1000	2000
16	Tomas lineal de frescos	2	250	500
17	Rebanadora de embutido	3	250	750
18	Empacador de sobremesa	6	500	3000
19	Resistencia camaras	2	500	1000
20	Freidora	2	500	1000
21	Horno rosticero	2	1000	2000
<b>Subtotal</b>				<b>41884</b>

Tabla 15. Panadería - Tottus.

- **Alumbrado Emergencia Oficinas**

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	Cant	C.U (W)	P.I. (W)
1	Salida de alumbrado Laborat, camaras, ups, CCTV	1	1144	1144
2	Salida de alumbrado Comedor, gerente, ofic administrativas, display, RRHH	1	612	612
3	Salida de alumbrado SSHH Hombres, mujeres	12	56	672
4	Salida de alumbrado Lactario, limpieza, anden, cto basura, control	1	1400	1400
5	Salida de alumbrado Subestacion, cto ableros, grupo, control 211, compresores	1	896	896
6	Salida de alumbrado Pasillo	20	108	2160
7	Salida de alumbrado Bodega	9	108	972
8	Salida de alumbrado Patio maniobras	4	250	1000
9	Salida insectocutor oficinas	6	500	3000
10	Salida lampara de emergencia y señaleticas oficinas	1	1349	1349
11	Salida lampara de emergencia y señaleticas Sala ventas	25	9	225
12	Empacadora de sobremesa	2	500	1000
13	Moledora de carne	1	500	500
14	Sierra de cinta mediana	1	500	500
<b>Subtotal</b>				<b>15430</b>

Tabla 16 Alumbrado Emergencia Oficinas. - Tottus

- **Cuarto de Bomba de agua**

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	Cant	C.U (W)	P.I. (W)
1	Alumbrado Cto bombas	6	108	648
2	Tomacorriente Cto bombas	1	250	250
3	Tablero Bomba agua 2HP	2	1492	2984
4	Tablero Bomba sumidero 2HP	2	2746	5492
5	Bomba dosificadora de cloro	1	12	12
6	Alumbrado de emergencia	1	9	9
<b>Subtotal</b>				<b>9395</b>

Tabla 17. Cuarto debombas de agua - Tottus



- **Tablero contra incendio**

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	Cant	C.U (W)	P.I. (W)
1	Tablero control bomba contra incendio	1	1000	1000
2	Tablero Bomba Jockey 2HP	1	1492	1492
3	Calentador de motor	1	2000	2000
<b>Subtotal</b>				<b>4492</b>

Tabla 18. Tablero Contra Incendio - Tottus

- **TS-1 UPS SISTEMAS (Cajas regist.)**

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	Cant	C.U (W)	P.I. (W)
1	Tomas Cajas registradoras	8	250	2000
2	Tomas Cajas registradoras	8	250	2000
3	Tomas Cajas registradoras	8	250	2000
4	Tomas Cajas registradoras	8	250	2000
5	Tomas Cajas registradoras	8	250	2000
6	Tomas Cajas registradoras	8	250	2000
7	Saldomatico	1	250	250
8	Consulta precio	2	250	500
9	Acces point	1	500	500
10	Toma Servidor	1	500	500
11	Tomas Vos y Datos	1	500	500
12	Toma prearqueo, arqueo, sistemas	6	250	1500
13	Toma isla electro	7	250	1750
14	Toma lineal frescos	2	250	500
15	Toma lineal caja	1	250	250
16	Toma lineal balanza	2	250	500
17	TS-1A UPS sistemas oficinas administrativas			11750
18	Toma cajero automático	1	1000	1000
19	Toma cajero automatico	1	1000	1000
20	Toma cajero automatico	1	1000	1000
21	Toma cajero automatico	1	1000	1000
22	Toma cajero automatico	1	1000	1000
23	Toma cajero automatico	1	1000	1000
24	Toma cajero automatico	1	1000	1000
25	Antena Antihurto ingreso tienda	1	500	500
26	Antena Antihurto SSHH discapacitados	1	500	500
<b>Subtotal</b>				<b>38500</b>

Tabla 19. Sistemas Cajas - Tottus.

- **TS-1A UPS SISTEMAS (oficinas administrativas)**

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	Cant	C.U (W)	P.I. (W)
1	Toma balanza electronica	10	250	2500
2	Toma oficinas administrativas	20	250	5000
3	Toma mantenimiento CCTV	6	250	1500
4	Toma CCTV monitores	3	250	750
5	Toma control, boveda	6	250	1500
6	Toma reloj	2	250	500
<b>Subtotal</b>				<b>11750</b>

Tabla 20. Sistemas oficinas - Tottus

- **TS-2 ( UPS Seguridad)**

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	Cant	C.U (W)	P.I. (W)
1	Salida CCTV	1	2000	2000
2	Salida PACI	1	750	750
3	Salida PAI	1	750	750
4	Central Megafonia	1	750	750
5	Antena Antihurto pasadizo oficinas	1	500	500
6	Antena Antihurto anden	1	500	500
7	Antena Antihurto ingreso personal	1	500	500
8	Acceso prearqueo boveda	1	250	250
9	Contacto Magnetico	1	250	250
10	Contacto Magnetico oficinas	1	250	250
11	Reloj tarjetero pre arqueo	1	250	250
<b>Subtotal</b>				<b>6750</b>

Tabla 21. UPS de Seguridad

- **TN-2 (Tomacorrientes Normal Oficinas)**

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	Cant	C.U (W)	P.I. (W)
1	Tomacorrientes oficinas administrativas, comedor	8	250	2000
2	Toma mantenimiento, pasadizo, cctv, cto limpieza, lactario	8	250	2000
3	Toma cto basura, control, control 211, subestación, cto tableros, grupo	8	250	2000

4	Tomacorrientes microonda	1	1500	1500
5	Tomacorrientes microonda	1	1500	1500
6	Secamanos hombres	1	2000	2000
7	Secamanos mujeres	1	2000	2000
8	Therma hombres	1	1500	1500
9	Therma mujeres	1	1500	1500
10	Cortina enrollable	1	1000	1000
11	Cortina enrollable	1	1000	1000
12	Intercomunicador	1	250	250
<b>Subtotal</b>				<b>18250</b>

*Tabla 22. Tomacorrientes Ofiinas - Tottus*

## Potencia Instalada.

**En resumen, se tiene la potencia instalada total.**

Tabla 23. Resumen Cargas Eléctricas en CC. TOTUS

N°	ÍTEM	Potencia Instalada (KW)	% de Potencia Instalada
1	Compresores de Media Temperatura.	55.00	6.15
2	Compresores de Baja Temperatura	33.00	3.69
3	Iluminación, control y evaporadores	25.00	2.79
4	Aire Acondicionado Sala De Ventas	369.35	41.27
5	Emergencia Climas	24.86	2.78
6	Fuerza Sala de Ventas	34.52	3.86
7	Normal Climas	31.84	3.56
8	LUMINARIAS SALA DE VENTAS - TRASTIENDA – OFICINAS	166.15	18.57
9	Emergencia Trastienda	8.75	0.98
10	Panaderia	41.88	4.68
11	Alumbrado Emergencia Oficinas	15.43	1.72
12	Cuarto de Bomba de agua	9.40	1.05
13	Tablero contra incendio	4.49	0.50
14	TS-1 UPS SISTEMAS (Cajas regist.)	38.50	4.30
15	TS-1A UPS SISTEMAS (oficinas administrativas)	11.75	1.31
16	TS-2 ( UPS Seguridad)	6.75	0.75
17	TN-2 (Tomacorrientes Normal Oficinas)	18.25	2.04
	TOTAL	894.934	100.00

*Tabla 23. Resumen de Cargas Eléctricas - Tottus*

Fuente: Guía de Observación.

Figura 9. % de Potencia Instalada.

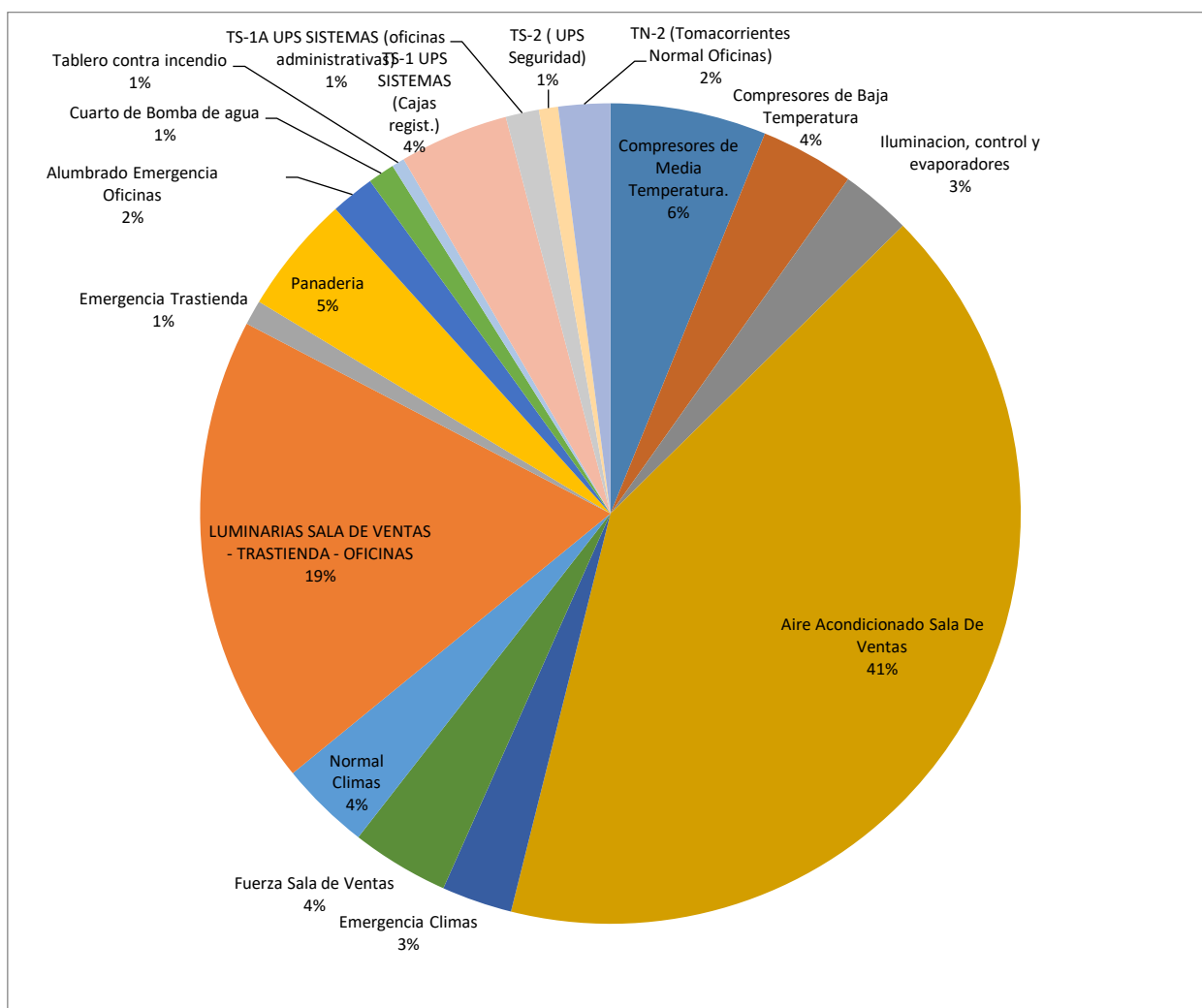


Imagen 9 Potencia Instalada - Guía de Observación.

Fuente: Guía de Observación.

### Interpretación

De la figura 9, se puede apreciar que existe dos grandes cargas en el CC, que son el Aire Acondicionado Sala de Ventas y Luminarias Sala de ventas, que suman entre ellas 531.51 KW, y representan el 59.84% de la potencia instalada del Centro Comercial; existen cargas medianas como es el caso de los compresores tienen 88 KW de potencia instalada y representan el 9.83% del total; por lo tanto entre las tres cargas descritas representan el 69.75, y en en dichas cargas a los cuales se realiza las propuestas a fin de disminuir el consumo de energía eléctrica en el Centro Comercial.

**Realizar propuestas de ahorro de energía eléctrica en el Centro Comercial.**

**Cargas de mayor consumo de energía eléctrica.**

En el ÍTEM 3.1. se determinó que existen tres cargas eléctricas con mayor consumo de energía, siendo éstas:

ÍTEM	Potencia Instalada (KW)	% de Potencia Instalada
Motores eléctricos para Compresores de Media Temperatura.	55.00	6.15
Aire Acondicionado Sala De Ventas	369.35	41.27
LUMINARIAS SALA DE VENTAS - TRASTIENDA - OFICINAS	166.15	18.57

*Tabla 24. Mayores consumidores de Carga Eléctrica.*

Fuente: Elaboración Propia.

## **Análisis de las cargas de mayor consumo de energía eléctrica.**

### **Motores para Compresores de Media Temperatura.**

Los compresores de media temperatura son cinco, de 11KW de potencia instalada cada uno, los cuales permiten impulsar el líquido refrigerante para los sistemas de refrigeración que se requieren en las diferentes cámaras de conservación de alimentos en el interior del centro comercial.

La potencia de los motores eléctricos de 11 KW de potencia instalada, accionan los compresores los cuales accionan una potencia

La potencia mecánica que requiere cada compresor se determina mediante la expresión:

$$P_m = T * w$$

Dónde:

P<sub>m</sub>: Potencia Mecánica en Watt.

T: Torque en el eje del compresor. (N-m).

w: Velocidad angular (Rad/seg).

La velocidad angular, se determina:

$$w = \frac{2 * \pi * RPM}{60}$$

En el cual el giro de los compresores es a 600 RPM.

El torque en el eje del compresor se determina con la expresión:

$$T = F * r$$

Dónde:

T: Torque en el eje del compresor, en N-m.

F: Fuerza del pistón del compresor alternativo, en N.

r: Radio de giro de la biela del compresor: 0.06m

La fuerza del pistón del compresor, se obtiene de la expresión:

$$F = \frac{P}{A}$$

F: Fuerza del pistón del compresor alternativo, en N.

P: Presión de salida del líquido refrigerante del compresor. (8bar =  $0.8 \cdot 10^5$  Pa)

A: Área de la sección del pistón.

$$A = \frac{\pi \cdot D^2}{4}$$

A: Área de la sección del pistón. En m<sup>2</sup>

D: Diámetro del pistón. (4" = 0.1016m).

Finalmente, la potencia mecánica, se expresa:

$$Pm = \frac{P * \pi * D^2 * r * 2\pi * RPM}{4 * 60}$$

Reemplazando valores, se obtiene:

$$Pm = \frac{800000 * \pi * 0.0508^2 * 0.06 * 2 * \pi * 600}{240}$$

$$Pm = 6.10 \text{ Kw}$$

La eficiencia mecánica del compresor es 0.9, por lo tanto la potencia mecánica que requiere el compresor es  $6.10 / 0.9 = 6.77$  Kw.

Actualmente, éstos compresores tienen motores eléctricos de 11 KW, por lo tanto están sobredimensionados; se sugiere el cambio de los motores eléctricos de los compresores con motores de 7 Kw, de alta eficiencia (0.95).



a) **Luminarias Sala de Ventas - Trastienda – Oficinas.**

En la tabla 5, se muestra en detalle, la potencia instalada y la cantidad de luminarias que se tienen en la sala de ventas, trastienda y oficinas, en los cuales se plantea el reemplazo progresivo de las luminarias con tecnología LED, con potencias instaladas menores a la existente.

Tabla 25. Reemplazo de Luminaria LED

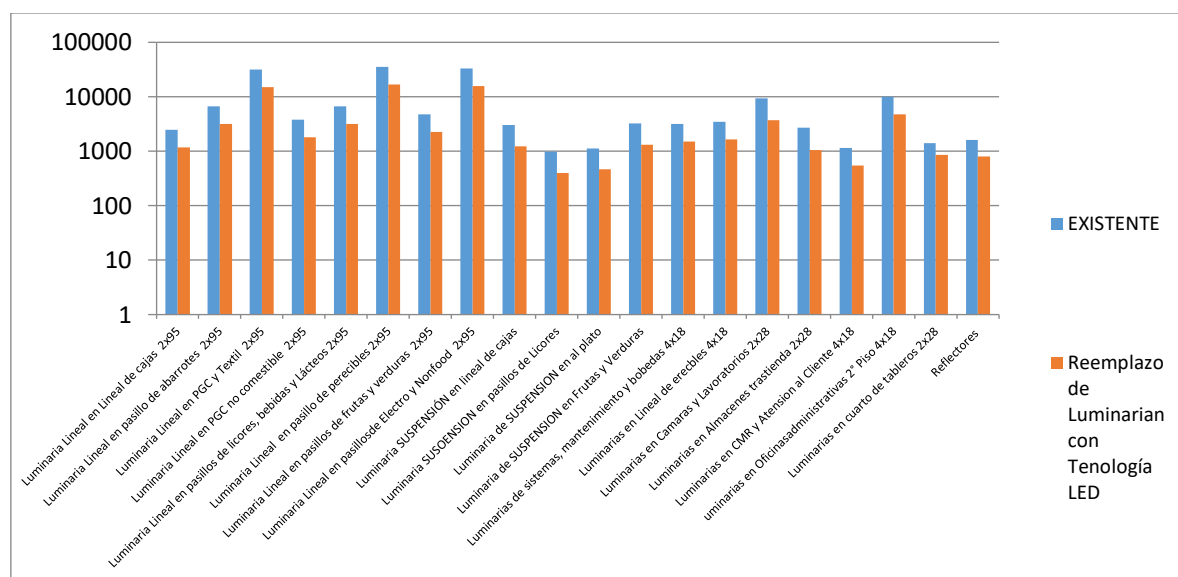
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	EXISTENTE			Reemplazo de Luminaria	
		Cant	C.U (W)	P.I. (W)	C.U (W)	P.I. (W)
1	Luminaria Lineal en Lineal de cajas 2x95	13	190	2470	90	1170
2	Luminaria Lineal en pasillo de abarrotes 2x95	35	190	6650	90	3150
3	Luminaria Lineal en PGC y Textil 2x95	167	190	31730	90	15030
4	Luminaria Lineal en PGC no comestible 2x95	20	190	3800	90	1800
5	Luminaria Lineal en pasillos de licores, bebidas y Lácteos 2x95	35	190	6650	90	3150
6	Luminaria Lineal en pasillo de perecibles 2x95	188	190	35720	90	16920
7	Luminaria Lineal en pasillos de frutas y verduras 2x95	25	190	4750	90	2250
8	Luminaria Lineal en pasillos de Electro y Nonfood 2x95	174	190	33060	90	15660
9	Luminaria SUSPENSIÓN en lineal de cajas	56	54	3024	22	1232
10	Luminaria SUSOENSION en pasillos de Licores	18	54	972	22	396
11	Luminaria de SUSPENSION en al plato	21	54	1134	22	462
12	Luminaria de SUSPENSION en Frutas y Verduras	60	54	3240	22	1320
13	Luminarias de sistemas, mantenimiento y bóvedas 4x18	44	72	3168	34	1496
14	Luminarias en Lineal de perecibles 4x18	48	72	3456	34	1632
15	Luminarias en Cámaras y Laboratorios 2x28	168	56	9408	22	3696

16	Luminarias en Almacenes trastienda 2x28	48	56	2688	22	1056
17	Luminarias en CMR y Atención al Cliente 4x18	16	72	1152	34	544
18	Luminarias en Oficinas administrativas 2° Piso 4x18	140	72	10080	34	4760
19	Luminarias en cuarto de tableros 2x28	25	56	1400	34	850
20	Reflectores	4	400	1600	200	800
<b>TOTAL</b>				<b>166152</b>		<b>77374</b>

*Tabla 25. Reemplazo de Luminarias LED - Autoría Propia*

Fuente: Autoría Propia.

**Figura 10. Disminución de Potencia Instalada con Tecnología LED**



*Imagen 10. Potencia Instalada con tecnología LED - Autoría Propia*

Fuente: Autoría Propia.

Con la propuesta de reemplazo de las luminarias con tecnología LED, se tiene una reducción de la potencia instalada de  $166152 - 77374 = 88778$  Watt (88.778 KW)

La reducción de 88.778 KW, para un funcionamiento de 15 horas (10.00 – 23.00 horas), se tiene un ahorro en energía de  $88.778 * 13 = 1154.1$  KW-h en un día, que representa en un mes un ahorro de 34623.4 KW-h.

## b) Aire Acondicionado Sala De Ventas.

Actualmente, el sistema cuenta con seis aires acondicionados, 5 de los cuales tiene una potencia instalada de 63.52 Kw, y uno de 51.70 Kw, totalizando 369.353 Kw, los cuales mantienen la temperatura de toda la tienda entre los 17 y 19 grados centígrados. (temperatura ambiente promedio de 31°C en temporada de invierno, es decir la variación de temperatura de 12°C.

El sistema de aire acondicionado Modelo MPS00FY4PV 1CYRY –A, tiene una capacidad de 650000 BTU /Hora, y el modelo TCD600A4OU 1A2KE10, tiene una capacidad de 530000 BTU/Hora, por lo tanto actualmente todo el sistema de aire acondicionado tiene una capacidad de:  $5 \times 650000 + 530000 = 3\,780\,000$  BTU/Hora.

El área total de la tienda es de 18000 metros cuadrados, con un aforo de 1900 personas, dedicado a la exposición de electrodomésticos, venta de productos derivados lácteos, verduras, panadería, carnes, ropa, equipo de limpieza, entre otros; en función a ello, se determina la carga térmica que se tiene:

*Tabla 26. Calculo de Carga Térmica*

Demanda Térmica Hoja Cálculo						
Carga de Calor Sensible						
	Calor por dispersión ganado por:	Unidades	Factores o Coeficientes			
			Área	K	$\Delta t$	
S1	Paredes					
	Transf. Calor					
	Pared ext. al Norte	m2	80	1.85	12	1776
	Pared ext. al Sur	m2	60	2.1	12	1512
	Pared ext. al Este	m2	60	2.1	12	1512.0
	Pared ext. Oeste	m2	80	2.1	12	2016
	Puertas y aberturas					
	Transf. Calor		Área	K	$\Delta t$	
	Puerta Metálicas Cristal NO	m2	24	3	12	864
	Puertas S	m2	34	5.6	12	2284.8
	Puertas E	m2	34	5.1	12	2080.8
	Puertas O	m2	12	5.6	12	806.4
	Ventanas Acriladas					
	Transf. Calor		Área	K	$\Delta t$	
	Orientación al N		30	3	12	1080
	Orientación al S		80	5.6	12	5376
	Orientación al E		160	5.1	12	9792
	Orientación al O		60	5.6	12	4032
	Techos					
			Área	K	$\Delta t$	

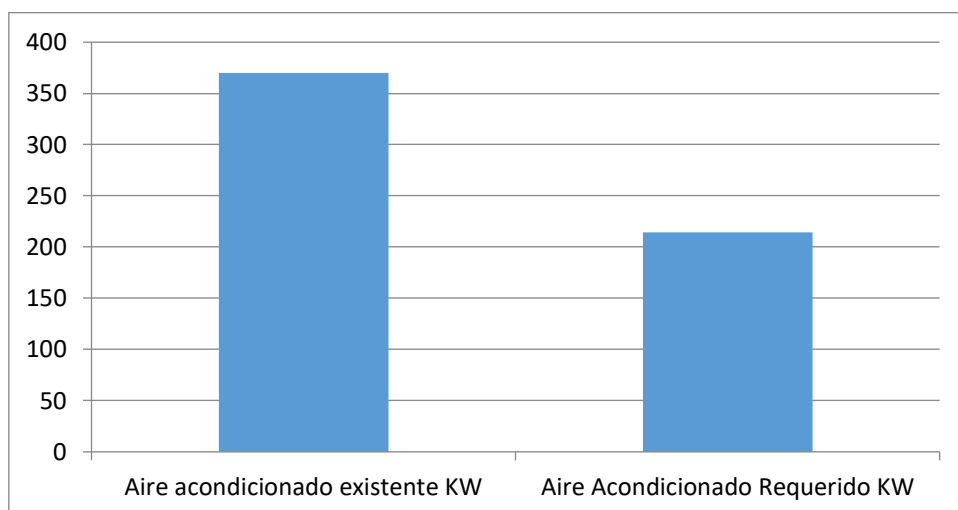
	Techos sin aislar	m2	18000	1.1	12	237600
	Suelos o pisos		Área	K	$\Delta t$	
	Sobre cuartos ocupados	m2	18000	1.3	12	280800
	Sub Total S1					551532
S2	Calor Interno	Unidades	Cantidad	Factor		Frig/h
	Luminarias	KWatt	166.152	0.12		19.93824
	Ocupantes	Unidades	1900	35		66500.0
	Equipos	KWatt	60	860		51600.0
	Sub Total S2					118119.9
	Total Calor Sensible, S					Frig/h
	S1+S2					669651.9
	Calor Total: S+L	Frig/h				669651.9
	Calor Total: S+L	TR				221.4
	Calor Total: S+L	kWatt térm				778.7
	Calor Total: S+L	BTU/HORA				2655247.8

Fuente: Software Climatiza.

De la tabla 7, se observa que la carga térmica en el interior del centro comercial es de 2655247.8 BTU/Hora, y actualmente los equipos de aire acondicionado instalados tiene capacidad para 3 780 000 BTU/Hora, es decir que está sobredimensionado en un  $3780000/2655247.8 = 1.42$ , es decir en un 42% más de lo requerido, lo cual tendría un ahorro significativo en cuanto a ahorro de energía eléctrica.

Ello quiere decir que, en los aires acondicionados para un funcionamiento dentro de lo requerido, tendrían un ahorro del 42% en energía eléctrica. La energía eléctrica que se ahorra, se determina multiplicando la potencia del aire acondicionado por el tiempo de funcionamiento, es decir la disminución del 42% de la potencia instalada por el número de horas de funcionamiento (13 horas).

Figura 11. Reducción de la potencia instalada de aire acondicionado



*Imagen 11. Potencia Instalada de aire Acondicionado - Autoría Propia.*

Fuente: Autoría Propia.

Potencia Instalada de aire acondicionado calculado =  $(369.953 - 0.42(369.953)) = 214.57 \text{ Kw}$

Esta potencia instalada se divide entre 6 equipos de aire acondicionado, por lo tanto, la potencia instalada de cada aire acondicionado:

$$P_i = 214.57 / 6$$

$$P_i = 35.76 \text{ KW}$$

Se selecciona 6 equipos de aire acondicionado de 40 Kw de Potencia Instalada, con una capacidad de 2655247.8 BTU/Hora en total.

Cada equipo de aire acondicionado genera  $2655247.8 \text{ BTU/Hora} / 6 = 442541.3 \text{ BTU/Hora}$ .

En términos de ahorro de energía eléctrica, se tiene:

$(369.953 - 0.42(369.953)) \text{ Watt} * 13 \text{ horas} = 2789.4 \text{ KW-h al día}$ , que representa en un mes 83683.08 KW-h.

## Simulación de Pliegos tarifarios.

Datos de consumo

Tabla 27. 3.2.3. Simulación de Pliegos tarifarios.

FECHA	ENERGIA ACTIVA TOTAL (KWH)	ENERGIA ACTIVA EN HORAS PUNTA (KWH)	ENERGIA ACTIVA FUERA DE PUNTA (KWH)	ENERGIA REACTIVA (KVAR-H)	POTENCIA HORA PUNTA (KW)	POTENCIA FUERA DE PUNTA (KW)
may-18	52343.3	52343.3	189989.34	33456.7	543.4	508.4
jun-18	62145.44	62145.44	222989.34	31234.5	545.5	599.4
jul-18	56798.43	56798.43	221676.3	34543.4	546.7	587.5
ago-18	50434.3	50434.3	199998.43	32323.3	541.2	587.3
Setie-2018	45454.4	45454.4	199434.56	30543.3	549.7	593.2
oct-18	46645.53	46645.53	195886.06	34306.85	544.58	599.89
nov-18	51507.08	51507.08	246861.08	48637.8	578.29	631.96
dic-18	55891.88	55891.88	242476.28	48637.8	582.22	631.96
ene-19	59727.68	59727.68	234592.12	49429.39	631.96	662.4
feb-19	61847.26	61847.26	254486.46	52222.5	567.16	608.07
mar-19	52292.37	52292.37	230481.98	44632.06	542.95	586.8
abr-19	56539.8	56539.8	235691.51	46096.94	542.95	586.8

Tarifa MT2

Costos Unitarios.

MEDIA TENSIÓN		UNIDAD	SEIN2
<b>MT2</b>	<b>DOBLE MEDICIÓN DE ENERGÍA ACTIVA Y CONTRATACIÓN O MEDICIÓN DE DOS POTENCIAS (2E2P)</b>		
	Cargo Fijo Mensual	S./mes	6.72
	Cargo por Energía Activa en Horas de Punta	ctm. S./kW.h	23.98
	Cargo por Energía Activa en Horas Fuera de Punta	ctm. S./kW.h	19.41
	Cargo por Potencia Activa de Generación en HP	S./kW-mes	57.41
	Cargo por Potencia Activa por uso de redes de Distribución en HP	S./kW-mes	11.91
	Cargo por Exceso de Potencia Activa por uso de redes de Distribución en HFP	S./kW-mes	12.21
	Cargo por Energía Reactiva que exceda el 30% del total de la Energía Activa	ctm. S./kVar.h	4.36

Imagen 12. Plan Tarifario MT2 - Ensa

## Costos Totales

Tabla 28. Costo en MT2

Cargo Fijo S/.	Costo de energía en HP Cent.S/. Kw-h	Costo de energía en FP Cent. S/. Kw-h	Costo de Potencia Hora Punta S/. KW	Costo de Potencia Fuera Hora Punta S/. KW	Costo energía reactiva Cent. Cent.S/. / KVAR-h	Cargo Fijo S/.	Total sin IGV S/.
may-18	12551.92	36990.92	31202.028	9898.548	810.69167	6.73	91460.85
jun-18	14902.48	43416.02	31322.61	11670.318	599.018207	6.73	101917.18
jul-18	13620.26	43160.38	31391.514	11438.625	763.40148	6.73	100380.91
ago-18	12094.15	38939.69	31075.704	11434.731	741.77326	6.73	94292.78
sep-18	10899.97	38829.91	31563.774	11549.604	681.221129	6.73	93531.20
oct-18	11185.60	38139.02	31269.7836	11679.8583	850.612709	6.73	93131.60
nov-18	12351.40	48063.85	33205.4118	12304.2612	1330.37661	6.73	107262.03
dic-18	13402.87	47210.13	33431.0724	12304.2612	1327.78998	6.73	107682.86
ene-19	14322.70	45675.09	36287.1432	12896.928	1370.3504	6.73	110558.94
feb-19	14830.97	49548.51	32566.3272	11839.1229	1434.81731	6.73	110226.48
mar-19	12539.71	44874.84	31176.189	11424.996	1194.97548	6.73	101217.44
abr-19	13558.24	45889.14	31176.189	11424.996	1232.25484	6.73	103287.55

## Pliego Tarifario MT3

<b>MT3</b>	<b>DOBLE MEDICIÓN DE ENERGÍA ACTIVA Y CONTRATACIÓN O MEDICIÓN DE UNA POTENCIA (2E1P)</b>		
	Cargo Fijo Mensual	S/./mes	6.73
	Cargo por Energía Activa en Horas de Punta	ctm. S/./kW.h	23.98
	Cargo por Energía Activa en Horas Fuera de Punta	ctm. S/./kW.h	19.47
	Cargo por Potencia Activa de generación para Usuarios:		
	Presentes en Punta	S/./kW-mes	53.48
	Presentes Fuera de Punta	S/./kW-mes	26.40
	Cargo por Potencia Activa por uso de redes de distribución para usuarios:		
	Presentes en Punta	S/./kW-mes	12.67
	Presentes Fuera de Punta	S/./kW-mes	12.44
	Cargo por Energía Reactiva que exceda el 30% del total de la Energía Activa	ctm. S/./kVar.h	4.36

Imagen 13. Plan Tarifario MT3 - Ensa

Factor de calificación.

$$\text{Calificación Tarifaria} = \frac{\text{EAHP mes}}{\text{M.D. leída mes} * \text{N}^{\circ} \text{ HP mes}}$$

EAHP mes: Energía activa consumida en horas punta del mes

M.D. leída mes: Máxima demanda leída del mes

N° HP mes: Número de horas punta del mes las cuales para la concesionaria es 125 H

Reemplazando los valores en la expresión tenemos:

*Tabla 29. Factor de calificación*

FECHA	ENERGIA ACTIVA EN HORAS PUNTA (KWH)	MAXIMA DEMANDA (KW)	HORAS PUNTA AL MES	FACTOR DE CALIFICACION
may-18	52343.3	508.4	125	0.82
jun-18	62145.44	599.4	125	0.83
jul-18	56798.43	587.5	125	0.77
ago-18	50434.3	587.3	125	0.69
Setie- 2018	45454.4	593.2	125	0.61
oct-18	46645.53	599.89	125	0.62
nov-18	51507.08	631.96	125	0.65
dic-18	55891.88	631.96	125	0.71
ene-19	59727.68	662.4	125	0.72
feb-19	61847.26	608.07	125	0.81
mar-19	52292.37	586.8	125	0.71
abr-19	56539.8	586.8	125	0.77

Como el factor es mayor que 0.50, el suministro es calificado como cliente en horas punta, por lo tanto, para la facturación de la potencia de generación y por usos de redes de distribución se consideran los precios correspondientes a la calificación de cliente hora punta.

Para la facturación de la potencia de generación, se considera la máxima demanda leída en el mes, y el precio unitario de potencia correspondiente en este caso al cliente calificado en hora punta.

La facturación de la potencia por uso de redes de distribución, se tomó el promedio de las dos más altas máximas demanda de los últimos seis meses, incluyendo el mes que se factura.



## Simulación MT3

Tabla 30. Simulación de MT3

Cargo Fijo S/.	Costo de energía en HP S/	Costo de energía en FP S/	Costo de Potencia Hora Punta S/	Cargo por Potencia Activa por uso de redes de distribución para usuarios:	Costo energía reactiva Cent. Cent.S/. / KVAR-h	Cargo Fijo S/.	Total sin IGV S/.
may-18	12551.92	36990.92	29061.032	6884.878	-378.953391	6.73	85116.53
jun-18	14902.48	43416.02	11471.865	6911.485	-561.715784	6.73	76146.87
jul-18	13620.26	43160.38	11497.101	6926.689	-	6.73	74587.88
ago-18	12094.15	38939.69	11381.436	6857.004	-	6.73	68798.61
sep-18	10899.97	38829.91	11560.191	6964.699	-402.612773	6.73	67858.88
oct-18	11185.60	38139.02	11452.5174	6899.8286	-	6.73	67248.85
nov-18	12351.40	48063.85	12161.4387	7326.9343	-	6.73	79270.51
dic-18	13402.87	47210.13	12244.0866	7376.7274	-	6.73	79518.26
ene-19	14322.70	45675.09	13290.1188	8006.9332	-	6.73	80564.47
feb-19	14830.97	49548.51	11927.3748	7185.9172	-	6.73	82695.77
mar-19	12539.71	44874.84	11418.2385	6879.1765	-	6.73	75059.76
abr-19	13558.24	45889.14	11418.2385	6879.1765	-	6.73	77188.71

Tabla 31. COMPARACIÓN DE MT2 Y MT3

FECHA	Simulación Tarifa MT2 (Soles)	Simulación Tarifa MT3 (Soles)
may-18	91460.85	85116.53
jun-18	101917.18	76146.87
jul-18	100380.91	74587.88
ago-18	94292.78	68798.61
Setie-2018	93531.20	67858.88
oct-18	93131.60	67248.85
nov-18	107262.03	79270.51
dic-18	107682.86	79518.26
ene-19	110558.94	80564.47
feb-19	110226.48	82695.77
mar-19	101217.44	75059.76
abr-19	103287.55	77188.71

Figura. Comparación tarifas MT2 y NT3

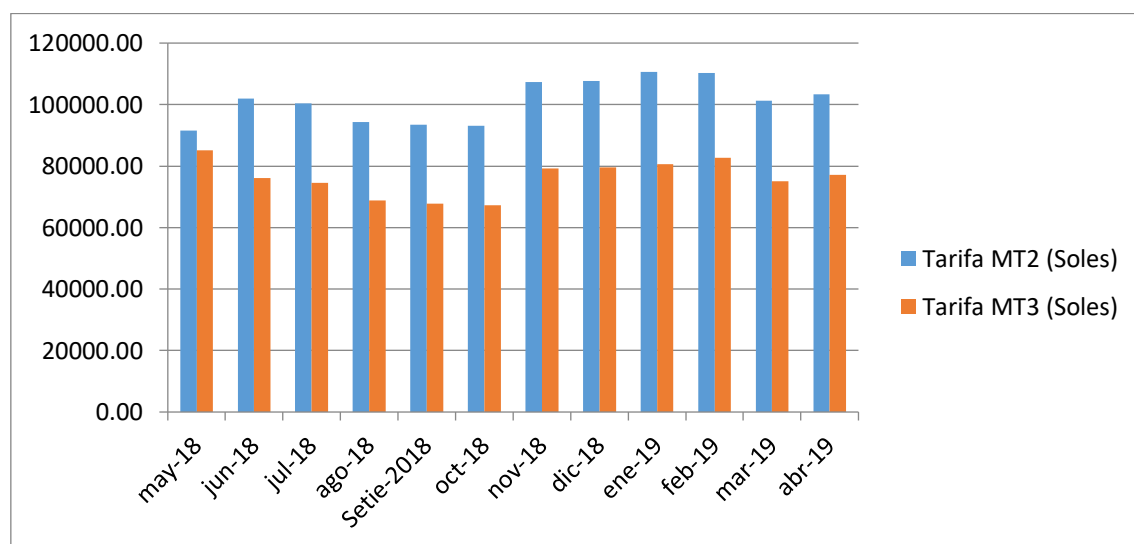


Imagen 14. Comparación de tarifas MT2 y MT3

## **Realizar una evaluación económica del Proyecto.**

### **Inversión Inicial del Proyecto.**

La inversión inicial del proyecto está dada por las modificaciones que se realizan, que son la renovación progresiva de los equipos de iluminación, el cambio de los motores eléctricos de los compresores del sistema de refrigeración; en el caso del aire acondicionado, debe de adquirirse de acuerdo al determinado en el ítem 3.3.

Tabla 8.

*Tabla 32. Evaluación de Proyecto*

Descripción	Cantidad	Precio Unitario S/.	Precio Total S/.
Aire Acondicionado 500000 BTU/HORA	6	33000	198000
Motores Eléctricos Compresor 7 KW	5	3400	17000
Lámpara LED 90 Watt	657	65	42705
Lámpara LED 34 Watt	273	52	14196
Lámpara LED 22 Watt	371	48	17808
Reflectores 200 Watt	4	450	1800
Total Incluye Instalación:			291509

Fuente: Autoría Propia.

### **Ingresos del Proyecto.**

Los ingresos del proyecto están dados por la disminución del consumo de energía eléctrica con la utilización de los equipos de aire acondicionado y los equipos de iluminación.

Energía que se ahorra al mes por equipo de aire acondicionado: 83683.08 KW-h.

Energía que se ahorra al mes por equipos de iluminación: 34623.4 KW-h.

La energía que se ahorra al mes en total es de 118306.48 KW-H, a un valor promedio de 0.45 Soles, se tiene un ahorro mensual de 53237.9 Soles.

### Flujo de caja del Proyecto.

El flujo de caja se realiza con todos los ingresos, egresos e inversión inicial del proyecto, se analiza en el tiempo de 10 meses, debido a que es un proyecto de mediano plazo, tal como se detalla en la tabla 8.

Mes		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Inversión Inicial S/:	291509										
Ingreso Mensual S/.		53237.9	53237.9	53237.9	53237.9	53237.9	53237.9	53237.9	53237.9	53237.9	53237.9

Tabla 9. Flujo de caja del proyecto.

Fuente: Autoría Propia.

### Análisis con indicadores económicos.

#### Valor Actual Neto

Los valores de los ingresos y egresos mensuales, llevándolas al mes cero, donde se inicial el proyecto, con una tasa de interés del 3.5% mensual, que es la tasa que se evalúa en créditos para proyectos de inversión de menor escala en las diferentes instituciones financieras de la ciudad de Chiclayo.

Utilidad actualizada al tiempo 0:

$$Ia = \frac{In * [(1 + i) ^n - 1]}{[i * (1 + i)^n]}$$

Dónde:

In: Ingresos mensuales: S/. 53237.9

Ia: Ingreso actualizado al mes 0

i:Tasa de Interés: 3.5% Mensual.

n: Número de Meses: 10

Tabla 10. Valor Actual Neto.

Mes		1	2	3	8	9	10	
Inversión Inicial S/:	291509							
Ingreso Mensual S/.		53237.9	53237.9	53237.9	53237.9	53237.9	53237.9	S/. 442,758.60

Fuente: Autoría Propia

Reemplazando valores obtenemos:  $Ia = S/. 442758.60 - 291509 = 151249.6$

Por lo tanto, el valor actual neto es la diferencia entre los ingresos actualizados del proyecto (Ia) y el valor de la inversión:  $442,758.60 - 291509 = S/. 151249.6$

### Tasa Interna de Retorno

Para calcular la tasa interna de retorno, se determina haciendo que los ingresos actualizados con una tasa de interés a determinar son igual a la inversión inicial del proyecto.

$$Inv = \frac{Ia * [(1 + TIR)^n - 1]}{[TIR * (1 + TIR)^n]}$$

Dónde:

Inv: Inversión Inicial S/. 291509

Ia: 53237.9, ingresos actualizados al mes 0

TIR: Tasa Interna de Retorno.

n; Número de meses 10.

Tabla 11. Tasa Interna de Retorno.

Mes		1	2	3	8	9	10	
Inversión Inicial S/:	291509							TIR(K8:U8)
Ingreso Mensual S/.	- 291509	53237.9	53237.9	53237.9	53237.9	53237.9	53237.9	12.77%

Fuente: Autoría Propia

Reemplazando valores, y mediante una metodología de aproximaciones o utilizando el software Microsoft Excel, se calcula el valor del TIR, siendo este igual a 12.77% mensual, que representa un valor superior al interés bancario actual que oscila al 3.5 % mensual.

### **Relación Beneficio Costo**

La relación beneficio / costo está dado por:

$B/C = \text{Utilidades Actualizadas al mes 0} / \text{Inversión inicial del Proyecto}$

Reemplazando valores: 442758.60 / 291509 es de 1.51

## V. DISCUSIÓN

En el presente proyecto de investigación, se analizó la factibilidad que con el ahorro de energía eléctrica se puede subvencionar la inversión de los diferentes equipos eléctricos que permiten la disminución del consumo de energía eléctrica, dentro de un periodo de 10 meses, el cual tiene como consecuencia directa la menor demanda de energía en la ciudad, y por ende menor cantidad de energía que se genera en el Sistema Interconectado; así como también menor emisiones si la generación es de índole térmico.

Los equipos de iluminación con tecnología LED, tienen mayor eficiencia con valores de lúmenes mucho mayores a los convencionales, a pesar de que los costos de inversión son elevados a los sistemas de iluminación convencional, el tiempo de vida es entre 10 a 15 años, lo cual garantiza que los costos por mantenimiento y/o reposición son mínimos.

El sistema eléctrico del Centro Comercial data del año 2001, es decir tiene una antigüedad de 18 años, y utiliza tecnología en iluminación acorde a esa época, en donde aún no se utilizaba el sistema de Iluminación LED; la reducción de 88.778 KW, para un funcionamiento de 15 horas (10.00 – 23.00 horas), se tiene un ahorro en energía de  $88.778 * 13 = 1154.1$  KW-h en un día, que representa en un mes un ahorro de 34623.4 KW-h.

En cuanto al dimensionamiento del aire acondicionado, se verificó que es de una mayor capacidad a lo requerido, lo cual con los cambios con menor capacidad los consumos de energía se reducen, teniendo un ahorro de 83683.08 KW-h al mes.

## **VI. CONCLUSIONES**

- En el diagnóstico de la situación actual del sistema eléctrico del Centro Comercial Hipermercados Tottus – Open Plaza, se determinó que la máxima demanda en el periodo Junio 2018 y Mayo 2019 fue de Febrero 2019 con 662.4 KW, y el mayor factor de carga mensual fue el mes de Marzo con un valor de 0.699. Así mismo se hizo el inventario de todas las cargas eléctricas, determinándose una potencia instalada de 894.934Kw.
- Se hizo las propuestas que conllevan al ahorro de energía en los mayores consumidores de energía, en el cual se determinó que los motores eléctricos de los compresores estaban sobredimensionados, que la capacidad del sistema de aire acondicionado era mayor al requerido, y que con los cambios de tecnología en el sistema de iluminación, se tiene en total un ahorro mensual de energía de 118306.48 KW-H, con dicho ahorro se subvenciona la inversión de las modificaciones propuestas.
- La evaluación económica indica que tiene un valor actual neto de 151249.6 Soles, una Tasa Interna de Retorno del 12,77%, para un periodo de 10 meses y una relación beneficio costo de 1.51, valores que hace factible la ejecución del proyecto en mención.



## **VII. RECOMENDACIONES**

- Realizar las mediciones de la corriente que ingresa a cada circuito de los diferentes equipos eléctricos, con la finalidad de verificar la relación entre la corriente que actualmente consumen los equipos a plena carga con la corriente nominal del motor eléctrico.
- Hacer un diagnóstico de la distribución de las áreas de ventas, en función a la mejor disponibilidad de los clientes, que conlleven a un consumo óptimo, con los niveles de iluminación adecuados a fin de mostrar las características de los productos.
- Un plan de iluminación interior del centro comercial en horas en el cual no hay atención al público, de manera que se tenga la seguridad dentro de la tienda.

## REFERENCIAS

**Torres Flores, Jairo Joel.** 2018. "Auditoría energética para reducir el índice de consumo energético en la fábrica de fideos Agroindustrias y Comercio S.A. - Lambayeque". 2018.

**Delgado Rojas, Julio Omar.** "Propuesta De Auditoría Energética Para Reducir El Consumo De Energía Eléctrica, Empresa Agribrands Purina, Pimentel 2016"

**Arellano Olger.** "Estudio y análisis de eficiencia energética del sistema eléctrico del hospital IESS – IBARRA"2015

**Circutor.** Caso de estudio deSupermercados.2016.

**Elisa Peralta, Sara Gutiérrez, Yadira Chavarría,** Auditoria energética en el Supermercado La Colonia, del municipio de Estelí, con énfasis en autogeneración de energía en el II semestre año 2016.

**Danny Maza,** "Implementación de una solución de gestión de la energía (eléctrica) en un centro comercial (mall), en la ciudad de Guayaquil" 2015.

**Jairo Rojas, Raymond Cano.** Plan estratégico en eficiencia energética para centros comerciales con proyección a la certificación iso 50001 - 2015

**Quesada Vázquez.** Auditoría energética de una superficie comercial de 1.610 m<sup>2</sup> – 2017.

**Carretero, Antonio y García Juan.** Gestión de la eficiencia energética: cálculo del consumo, indicadores y mejora. Madrid, ES:AENOR, 2015. 232 pp.

**Camacho Janeth.** Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Informática y Electrónica. 2015.

## **ANEXOS**

## Instrumento

### GUÍA DE OBSERVACIÓN

Tesis: ANÁLISIS DEL SISTEMA ELÉCTRICO PARA DISMINUIR EL CONSUMO DE ENERGÍA EN EL CENTRO COMERCIAL HIPERMERCADOS TOTTUS – OPEN PLAZA CHICLAYO.

Estudiante: SÁNCHEZ BUSTAMANTE JOSÉ ARTURO

Instrucciones: Realice el registro de las características de los equipos eléctricos.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	MARCA	MODELO	Cant	C.U (W)	P.I. (W)
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
Subtotal						

## GUÍA DE OBSERVACIÓN

Tesis:           ANÁLISIS DEL SISTEMA ELÉCTRICO PARA DISMINUIR EL  
CONSUMO DE ENERGÍA EN EL CENTRO COMERCIAL  
HIPERMERCADOS TOTTUS – OPEN PLAZA CHICLAYO.

Estudiante:   SÁNCHEZ BUSTAMANTE JOSÉ ARTURO

Instrucciones: Realice el registro de las cargas térmicas del Centro Comercial

Demanda Térmica Hoja de Cálculo						
Carga de Calor Sensible						
	Calor por dispersión ganado por:	Unidades	Factores o Coeficientes			
S1	Paredes		Área	K	$\Delta t$	Frig/h
	Transf. Calor					
	Pared ext. al Norte	m <sup>2</sup>				
	Pared ext. al Sur	m <sup>2</sup>				
	Pared ext. al Este	m <sup>2</sup>				
	Pared ext. Oeste	m <sup>2</sup>				
	Puertas y aberturas		Área	K	$\Delta t$	
	Transf. Calor					
	Puerta Metálicas Cristal NO	m <sup>2</sup>				
	Puertas S	m <sup>2</sup>				
	Puertas E	m <sup>2</sup>				
	Puertas O	m <sup>2</sup>				
	Ventanas Acristaladas		Área	K	$\Delta t$	
	Transf. Calor					
	Orientación al N					
	Orientación al S					
	Orientación al E					
	Orientación al O					
	Techos		Área	K	$\Delta t$	
	Techos sin aislar	m <sup>2</sup>				
	Suelos o pisos		Área	K	$\Delta t$	
	Sobre cuartos ocupados	m <sup>2</sup>				
Sub Total S1						
S2	Calor Interno	Unidades	Cantidad	Factor		
	Luminarias	KWatt				
	Ocupantes	Unidades				
	Equipos	KWatt				
	Sub Total S2					
	Total Calor Sensible, S					
	S1+S2					
	Calor Total: S+L	Frig/h				
	Calor Total: S+L	TR				
	Calor Total: S+L	kWatt térm				
	Calor Total: S+L	BTU/HORA				

## **ANEXO 04**

### **FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

#### **DATOS GENERALES DEL EXPERTO.**

- Apellidos y Nombres:

---

---

- Profesión:

---

- Grado

académico:

---

- Actividad laboral actual:

---

---

---

---

## INDICACIONES AL EXPERTO.

En la tabla siguiente, se propone una escala del 1 al 5, que va en orden ascendente del desconocimiento al conocimiento profundo. Marque con una "X" conforme considere su conocimiento sobre el tema de la tesis evaluada.

1 Ninguno	2 Poco	3 Regular	4 Alto	5 Muy alto
--------------	-----------	--------------	-----------	---------------

1. Sírvese marcar con una "X" las fuentes que considere han influenciado en su conocimiento sobre el tema, en un grado alto, medio o bajo.

FUENTES DE ARGUMENTACIÓN	GRADO DE INFLUENCIA DE CADA UNA DE LAS FUENTES EN SUS CRITERIOS		
	A (ALTO)	M (MEDIO)	B (BAJO)
a) Análisis teóricos realizados. (AT)			
b) Experiencia como profesional. (EP)			
c) Trabajos estudiados de autores nacionales. (AN)			
d) Trabajos estudiados de autores extranjeros. (AE)			
e) Conocimientos personales sobre el estado del problema de investigación. (CP)			

---

***Firma del entrevistado***



**Estimado(a) experto(a):**

El instrumento de recolección de datos a validar es una entrevista, cuyo objetivo “ANALISIS DEL SISTEMA ELECTRICO PARA DISMINUIR EL CONSUMO DE ENERGÍA EN EL CENTRO COMERCIAL HIPERMERCADOS TOTTUS – OPEN PLAZA CHICLAYO”

Con el objetivo de corroborar la validación del instrumento de recolección de datos, por favor le pedimos responda a las siguientes interrogantes:

1. ¿Considera pertinente la aplicación de esta entrevista para los fines establecidos en la investigación?

Es pertinente: \_\_\_\_ Poco pertinente: \_\_\_\_ No es pertinente: \_\_\_\_

Por favor, indique las razones:

---

—

---

—

---

—

---

—

2. ¿Considera que la entrevista formula las preguntas suficientes para los fines establecidos en la investigación?

Son suficientes: \_\_\_\_ Insuficientes: \_\_\_\_

Por favor, indique las razones:

---

---

---

---

3. ¿Considera que las preguntas están adecuadamente formuladas de manera tal que el entrevistado no tenga dudas en la elección y/o redacción de sus respuestas?

Son adecuadas: \_\_ Poco adecuadas: \_\_ Inadecuadas: \_\_

Por favor, indique las razones:

---

---

---

---

4. Califique los ítems según un criterio de precisión y relevancia para el objetivo del instrumento de recolección de datos.

Ítem	Precisión			Relevancia			Sugerencias
	Muy precisa	Poco precisa	No es precisa	Muy relevante	Poco Relevante	Irrelevante	

5. ¿Qué sugerencias haría Ud. para mejorar el instrumento de recolección de datos?

---

---

---

---

---

Le agradecemos por su colaboración

Fecha de evaluación:

---

Firma del Experto

## IMÁGENES:

*Imagen 15. Compresores de media y baja temperatura - TOTTUS*



*Imagen 16. Compresores de media y baja temperatura - TOTTUS*



Imagen 17. Murares de conservación de Media Temperatura - Tottus



Imagen 18. Tablero de Frio Industrial. - Tottus





*Imagen 19. Unidad de aire acondicionado TOTTUS*



*Imagen 20. Unidad de aire acondicionado - Daikin*

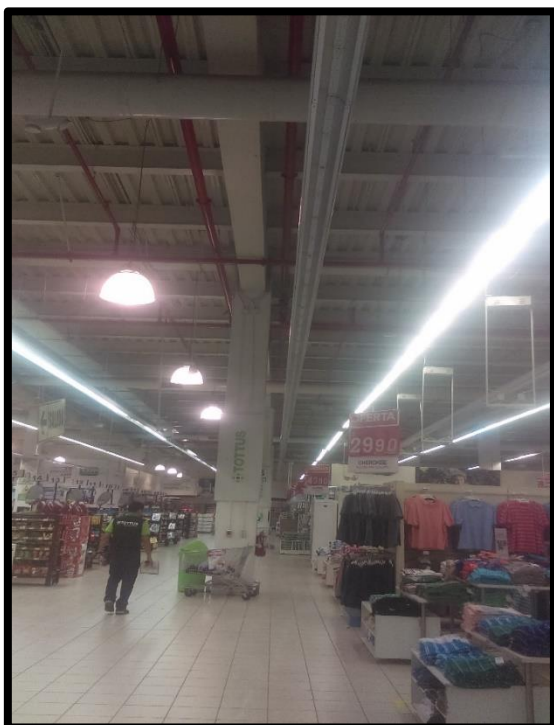


*Imagen 21. Ductos de Aire acondicionado de sala de ventas - Tottus*

*Imagen 23. Iluminación en Lineal de Cajas - Tottus.*



*Imagen 22. Iluminación de trastienda, almacenes y oficinas - TOTTUS*



*Imagen 24. Iluminación en pasillo central - Tottus.*